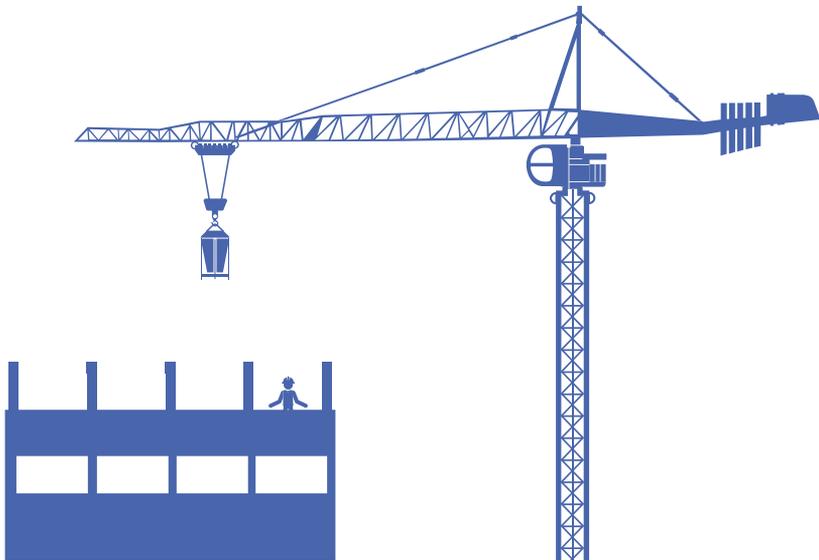


*GUÍA PARA EL* | **Control de peligros  
en el izaje de cargas**





*GUÍA PARA EL*

**Control de peligros  
en el izaje de cargas**

Las figuras presentadas en ésta Guía son referenciales y no representan, necesariamente, soluciones definitivas para la implementación de las medidas de seguridad correspondientes.



## ÍNDICE

Introducción.	7
Definiciones.	8
1. Identificación del problema.	9
2. Objetivos.	10
3. Alcance.	11
4. Flujograma del proceso.	12
5. Requisitos para el izaje de carga.	13
6. Equipos para el izaje de carga.	17

7. Conectores de carga.	23
8. Cálculos para el levantamiento de cargas.	42
9. Señales internacionales para el izaje de cargas.	48
10. Accesorios para el izaje de carga.	49
11. Plan de izaje.	55
12. Interrupción de los trabajos.	57
Bibliografía.	58
Anexos.	59



## INTRODUCCIÓN

El desarrollo y avance en todo tipo de obras de construcción expone a los trabajadores a sufrir accidentes y/o enfermedades profesionales. Entre los principales factores de exposición están los procesos constructivos, de planificación, de identificación de tareas críticas, de inducción y capacitación.

Específicamente en el izaje de carga, los trabajadores están expuestos contantemente a caídas de carga, atrapamientos, golpes y daños a terceros, teniendo como consecuencia accidentes graves o con resultado de muerte.

A raíz de lo anterior, esta guía aborda los peligros críticos en el izaje y manejo de cargas, a través del desarrollo de los principales conceptos asociados al izaje de carga, los equipos que intervienen, sus conectores, cálculos fundamentales como también los accesorios más utilizados.

## DEFINICIONES

### Arista viva:

es una arista cuyo ángulo entre dos caras adyacentes es muy agudo.

### Carga dinámica:

fuerzas externas de magnitud variable que impactan repentinamente al equipo o estructura.

### Carga límite de trabajo (WLL – Working Load Limit):

es la fuerza máxima segura que puede ejercer una pieza de equipo de elevación, dispositivo de elevación o accesorio para levantar, suspender o bajar una masa determinada sin romperse.

### Carga de prueba:

es la prueba aplicada a un producto para determinar defectos del material de la fabricación.

### Carga de ruptura:

es el promedio de carga o fuerza a la que el producto falla o deja de soportar la carga.

### Eslingado/estrobado:

operación que permite, mediante el empleo de cables de acero o eslingas, afianzar, amarrar o aparejar una carga para izarla, trasladarla o bajarla en forma correcta (con eficiencia y seguridad operacional).

### Izaje de carga:

operación mecánica que se realiza para distribuir horizontal y verticalmente materiales, moldajes, enfierraduras y elementos que no pueden ser transportados manualmente por su complejidad y peso.

### Factor de diseño:

es la capacidad de reserva teórica de un elemento de izaje, calculado mediante la edición de la carga de ruptura por la carga límite de trabajo. Como regla general, se expresa como una relación (por ejemplo 5:1).

### Ramal:

cada uno de los aparejos que componen las eslingas.



## 1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Las tareas de izaje de carga en la construcción están dentro de los cinco principales contextos de trabajo que concentran la mayor cantidad de accidentes graves y fatales en el rubro. Dentro de los principales errores que se pueden identificar en este tipo de faenas están:

- No contar con personal apto y capacitado para trabajos con cargas suspendidas.
- No planificar los trabajos.
- No realizar la evaluación de riesgos.
- No cumplir con los procedimientos, medidas de control y de seguridad.
- Realizar el izaje en condiciones ambientales adversas.
- No delimitar ni restringir el acceso al área de trabajo.
- No verificar que los equipos y accesorios de izaje se encuentren en buen estado.
- No respetar parámetros para el izaje de la carga (sobrecarga, plomo, velocidad del viento, entre otras).
- Estiba incorrecta de la carga (centro de masa fuera desalineado con el gancho, amarras sueltas, carga inestable, etc.).
- Usar equipos de izaje en trabajos para los cuales no fueron diseñados.
- Superar la carga límite de trabajo, tanto de los equipos como de los accesorios.
- No contar con señalero o rigger capacitado.
- No contar con un plan de respuesta en caso de emergencia.
- No conocer el peso de la carga previo al izaje.
- Traslado de la carga suspendida con tránsito de personas por debajo de esta.
- Realizar el traslado de la carga con movimiento pendular u oscilatorio.

## 2. OBJETIVOS

Establecer los principales conceptos, normas de seguridad, riesgos críticos y requisitos para el izaje de cargas.

### 2.1. Objetivos específicos

- Definir los principales conceptos, requisitos y riesgos en el izaje de carga.
- Clasificar los principales equipos y accesorios que intervienen en un izaje de carga.
- Definir las características de capacidad de los accesorios de carga.
- Definir e identificar las características de la carga.
- Definir los principales criterios de descarte de los diferentes elementos que intervienen en un izaje.
- Definir los principales cálculos que se deben realizar para el levantamiento de carga.
- Definir y clasificar el código de señales de operación que se deben aplicar en el momento de hacer un izaje de carga.
- Definir las etapas para realizar un plan de izaje.
- Identificar las situaciones donde se deben suspender los trabajos.



### 3. ALCANCE

La guía para el control de peligros en el izaje de cargas establece los principales conceptos y las directrices de seguridad en la ejecución de los trabajos que utilicen equipos de levante y cada vez que se programe un trabajo de izaje de carga. No considera ningún caso posterior al proceso de operación de cada equipo en específico.

## 4. FLUJOGRAMA DEL PROCESO



### 4.1. Posicionamiento.

Posicionamiento del equipo de izaje lo más cerca del elemento a izar.

### 4.2. Eslingado/estrobado.

Sujeción de los elementos al dispositivo de elevación de carga (gancho), a través de eslingas (distribuyendo la carga en todos los ramales por igual).

### 4.3. Izaje.

Izaje o levantamiento del elemento y traslado por rutas despejadas previamente y libres de personas con movimientos lentos y sin cambios de dirección repentinos, donde la manipulación de la carga se realiza a través de cuerdas guías o vientos.

### 4.4. Alineación y nivelación en su posición definitiva.

Al término del izaje, se debe realizar la alineación y nivelación del elemento izado en su posición definitiva a través de cuerdas guías o vientos, el cual, para evitar el movimiento pendular de la carga, nunca debe realizarse manualmente.

### 4.5. Desestrobado.

Una vez posicionado el elemento, se debe desestrobar, soltando el elemento de las eslingas para, posteriormente, retirar todos los accesorios utilizados que, a su vez, deben ser inspeccionados y almacenados de forma correcta.



## 5. REQUISITOS PARA EL IZAJE DE CARGAS

El izaje de cargas es una operación mecánica que se realiza para distribuir horizontal y verticalmente materiales y elementos que no pueden ser transportados manualmente por su volumen y peso.

Para la ejecución de cualquier izaje de carga es necesaria la intervención de 3 roles principales que son:

- Supervisor, responsable de la supervisión y coordinación de los trabajos y actividades asignando los medios y recursos necesarios para obtener los resultados durante el izaje de cargas.
- Rigger o Señalero, responsable de realizar y dirigir las labores de transferencia de cargas (estrobar, estabilizar, estibar y dar las instrucciones mediante señales y sistemas de comunicación al operador).
- Operador, responsable de la operación del equipo durante el proceso de izaje de cargas.

Asimismo, toda faena de izaje de carga debe contar con una serie de aspectos previo a su ejecución, los cuales se pueden clasificar de la siguiente forma:

### 5.1. Requisitos asociados a la planificación de la tarea.

Previo al inicio de la operación se debe considerar:

- Contar con personal apto y capacitado para trabajos con cargas suspendidas (Operadores, Rigger o señalero y el personal que se desempeña en la labor).
- Contar con la evaluación de los riesgos de la actividad documentada, con el establecimiento de las medidas de control necesarias.
- Contar con la entrega documentada de los EPP definidos para la realización del trabajo con maniobras de izaje y cargas suspendidas a todos los trabajadores.
- Contar con un procedimiento que regule el trabajo con maniobras de izaje, el cual debe establecer los criterios y controles operacionales de dicha actividad, describiendo la forma lógica como se desarrollará la tarea.
- Contar con plan de mantenimiento preventivo para los equipos de izaje utilizados.
- Contar con un registro de inspección de los accesorios de izaje que estén expuestos a desgastes (eslingas, grilletes, estobos, etc.), con su respectiva etiqueta de inspección (ej.: código de colores).
- Verificación del estado de los equipos y accesorios de izaje.
- Conocer el peso de la carga previo al izaje.
- Contar con un plan de emergencias en trabajos con cargas suspendidas.
- Delimitación y control de acceso al área de trabajo (todos los trabajadores deberán mantenerse alejado de cargas al ser levantadas y de cargas suspendidas).

## 5.2. Requisitos asociados a las personas.

### 5.2.1. Requisitos de salud.

El personal que opere equipos de izaje deberá contar con:

- Examen pre u ocupacional al día, que indique que el trabajador se encuentra apto y que reúne las condiciones físicas y de salud compatible que permitan el desempeño de su función.
- Examen psico-senso-técnico que acredite que sus habilidades psicomotoras son aptas para maniobrar equipos de izaje (sólo cuando corresponda).

### 5.2.2. Requisitos de competencia.

El personal que opere o que participe en el izaje de cargas deberá contar con al menos:

- Capacitación certificada teórica y práctica para realizar maniobras de izaje.
- Capacitación sobre los peligros y sus consecuencias.
- Capacitación sobre el uso de los elementos de protección personal utilizados en los trabajos en maniobras de izaje.
- Capacitación sobre el procedimiento de trabajo en maniobras de izaje, destacando la utilización de las tablas con los parámetros de carga y la inspección visual de los equipos y accesorios de izaje.
- Capacitación certificada para la inspección de los equipos y accesorios de izaje.
- Licencia municipal o equivalente vigente de acuerdo con la clase del vehículo, y restricciones correspondientes.
- Capacitación sobre el plan de emergencia ante situaciones como incendio y rescate.



### 5.3. Requisitos asociados a los equipos e instalaciones.

#### 5.3.1. Requisitos del área de trabajo.

Previo a las tareas de izaje, se deben realizar las siguientes acciones en el área de trabajo:

- Comprobar que las condiciones climáticas sean favorables, mediante reporte meteorológico o anemómetro.
- Verificar que el terreno se encuentra apto para realizar la maniobra de izaje, especialmente en lo relacionado con la capacidad de soporte del suelo o zona donde las patas de apoyo de los equipos serán posicionados (cuando corresponda).
- Disponer de elementos para delimitar, señalizar y restringir el acceso al área de trabajo con maniobras de izaje.
- Contar la iluminación necesaria para el trabajo con maniobras de izaje.
- Disponer de personal que señalice la maniobra de izaje (señalero o rigger).
- Disponer de un sistema de comunicación veraz y oportuno entre el operador de la grúa y el señalero o rigger (ej: señales, radio, entre otros).
- Verificar que no existen líneas eléctricas aéreas energizadas a una distancia inferior a la distancia de seguridad de acuerdo con la tensión eléctrica de dicha línea.

#### 5.3.2. Requisitos de los equipos y accesorios de izaje.

Los equipos y herramientas utilizados en trabajos con maniobras de izaje de cargas deberán ser verificados en su funcionamiento y estado, y cumplir con los siguientes requisitos:

- Contar con la documentación al interior de equipo de izaje: inspección de pre-uso y tabla de parámetros de carga.
- Contar con certificación técnica del estado de los equipos de izaje (la no certificación implica dejarlo fuera de servicio).
- Indicar las capacidades de carga o límite de trabajo de los equipos y accesorios de izaje.
- Cumplir con los requisitos de diseño aprobados por el fabricante y contar con certificados de calidad para los accesorios de izaje.

### 5.3.3. Requisitos de equipamiento.

Los accesorios de izaje deben contar con:

- Elementos de izaje (eslingas, grilletes, estrobos, etc.) inspeccionados (desechar los elementos de izaje que se encuentren en mal estado).
- Ganchos (estrobos) provistos de un seguro de bloqueo.
- Las eslingas deben estar protegidas del contacto con cantos vivos.

Las maquinarias y accesorios no nombrados deben encontrarse en óptimas condiciones de acuerdo a las condiciones de operación indicadas por el fabricante y contar con su certificación correspondiente.

### 5.3.4. Requisitos de los Elementos de Protección Personal

Los elementos de protección personal (EPP) utilizados en trabajos con equipos de izaje, deberán cumplir con los siguientes requisitos mínimos:

- Los EPP deben seleccionarse de acuerdo con los peligros asociados a la maniobra de izaje.
- Los EPP deben contar con certificación de calidad por un organismo autorizado.
- Los EPP deben contar con registro de inspección de su estado y uso. No se debe realizar la tarea si existe algún EPP en estado defectuoso o que no haya sido proporcionado para la tarea específica.

## 6. EQUIPOS PARA EL IZAJE DE CARGAS

Las tareas de izaje de cargas pueden ser ejecutadas con distintos tipos de equipos mecánicos. A continuación, se identifican los equipos más utilizados para tales efectos:

### 6.1. Grúas móviles.

Se denomina grúa móvil a todo conjunto formado por un vehículo portante, sobre ruedas o sobre orugas, dotado de sistemas de propulsión y dirección propios sobre cuyo chasis se acopla un aparato de elevación tipo pluma.

#### 6.1.1. Tipos de grúas móviles.



Figura 1. Grúa móvil para terreno difícil.

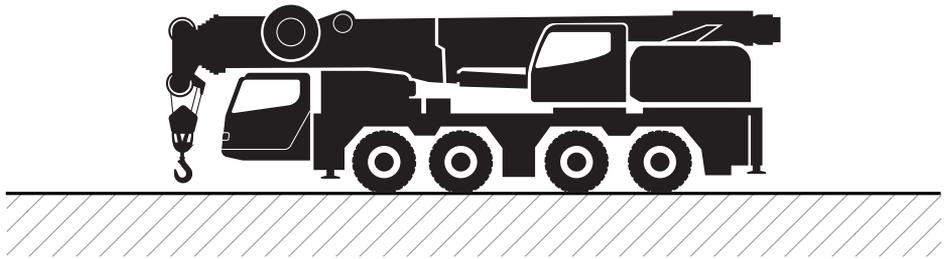


Figura 2. Grúa móvil para todo terreno.

---

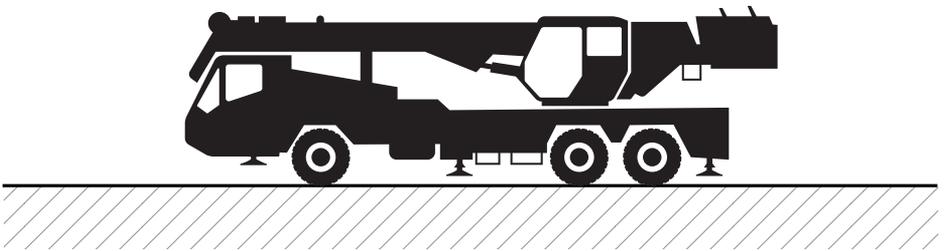


Figura 3. Grúa móvil montada sobre camión.

---



Figura 4. Grúa móvil telescópica sobre orugas.

---

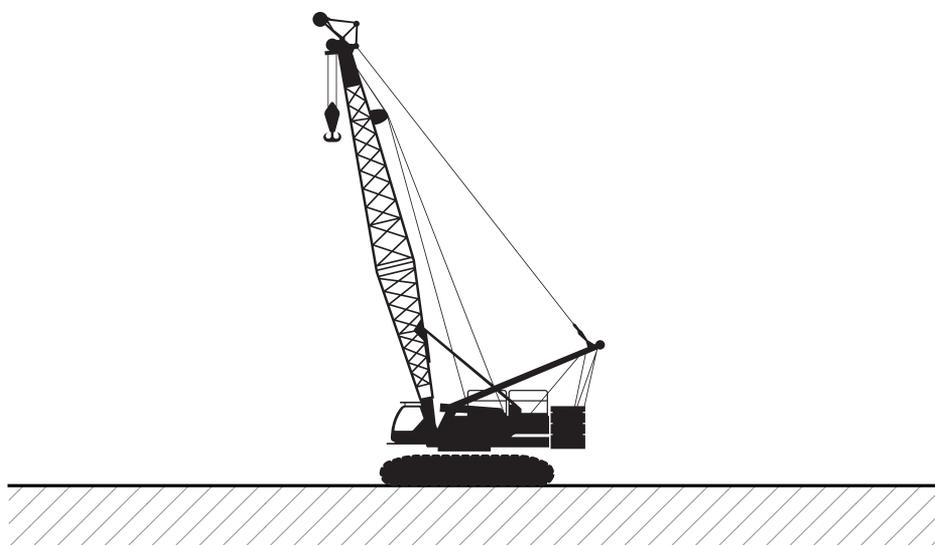


Figura 5. Grúa móvil celosía sobre oruga.

---

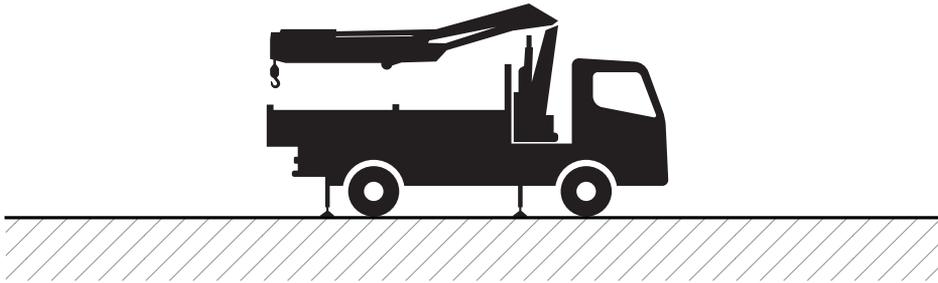


Figura 6. Grúa de pluma articulada sobre camión (camión pluma).

## 6.2. Puente grúa.

Tipo de grúa utilizada para realizar levantamientos verticales y desplazamientos horizontales por medio de rieles.

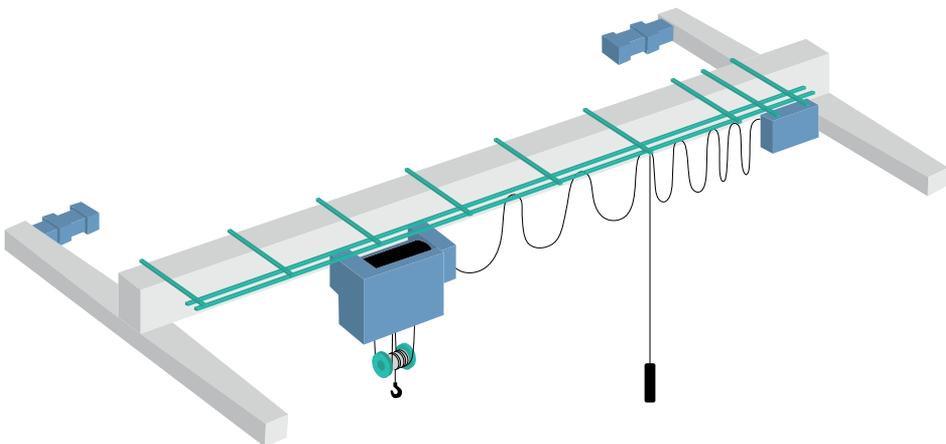


Figura 7. Puente grúa.



### 6.3. Grúa pórtico.

Tipo de grúa utilizada para realizar levantamientos verticales y desplazamientos horizontales por medio de rieles. Adicionalmente posee dos o más patas para su sostenimiento.

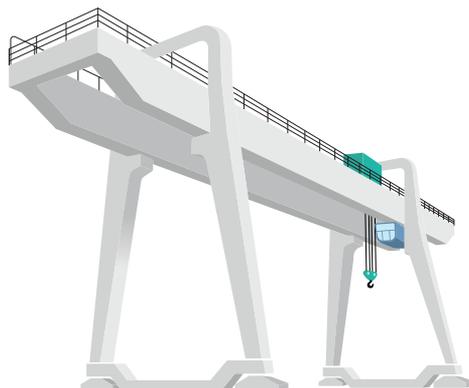


Figura 8. Grúa pórtico.

---

### 6.3. Grúa torre.

Grúa de estructura metálica utilizada en la construcción y montajes industriales, por su buen alcance y capacidad de carga.

#### 6.4.1. Tipos de grúas torre.

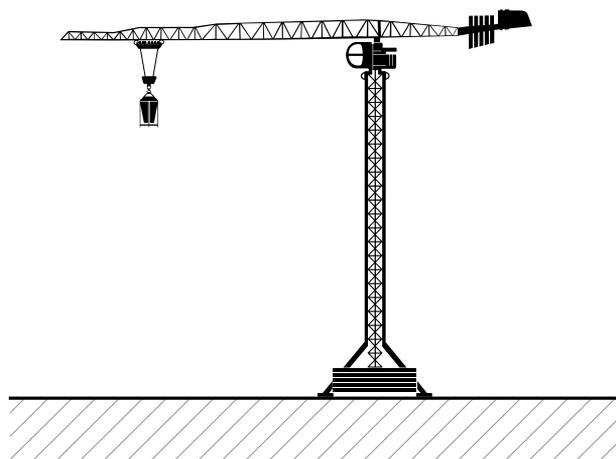


Figura 9. Grúa torre de pluma horizontal.

---

## CONSTRUCCIÓN

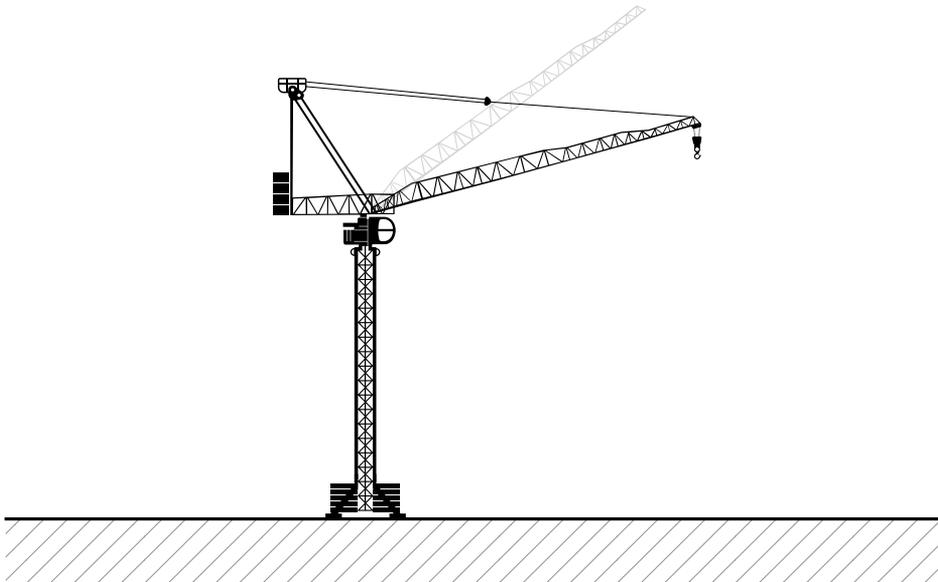


Figura 10. Grúa torre de pluma basculante.

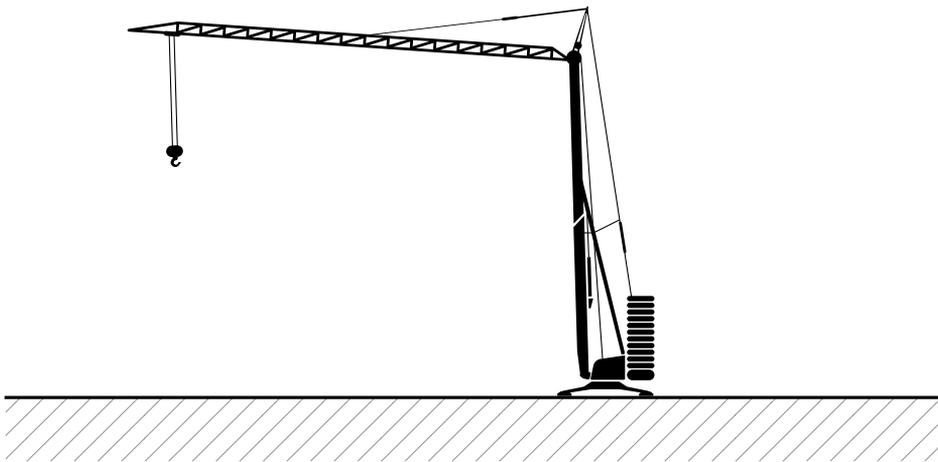


Figura 11. Grúa torre automontable.



## 7. CONECTORES DE CARGA

Permiten unir la carga con el equipo para ejecutar el izaje y existen 2 tipos: Accesorios de amarre, que a su vez se clasifican en eslingas sintéticas, eslingas de cables de acero o estrobos y eslingas de cadena; y Elementos de unión, que pueden ser grilletes, argollas, anillos, ganchos de izaje, grapas y tensores.

A continuación, se detallan las características y condiciones de uso para cada uno de los conectores indicados:

### 7.1. Accesorios de amarre (eslingas).

La eslinga es el elemento intermedio que permite enganchar una carga a un gancho de izado o de tracción. Consiste en una cinta con un ancho y largo específico (varían según su resistencia, modelo y fabricante).

En general y al usar cualquier tipo de eslinga, se debe considerar lo siguiente:

- No usar eslingas dañadas o defectuosas.
- No se debe acortar eslingas con nudos o pernos u otros artefactos improvisados.
- Los ramales de las eslingas no deben tener dobleces.
- No deben ser cargadas sobrepasando la carga límite de trabajo.
- Eslingas usadas en un enlace en “U” deberán tener las cargas balanceadas para evitar que se resbale.
- Las eslingas deberán estar protegidas de las aristas vivas.
- Las eslingas no deben ser tiradas o jaladas cuando la carga está asentada en ellas.

7.1.1. Eslingas sintéticas: También denominada eslinga plana de poliéster, es un elemento de izaje y movimiento de carga de altas prestaciones en cuanto a su capacidad de carga, flexibilidad y peso propio.

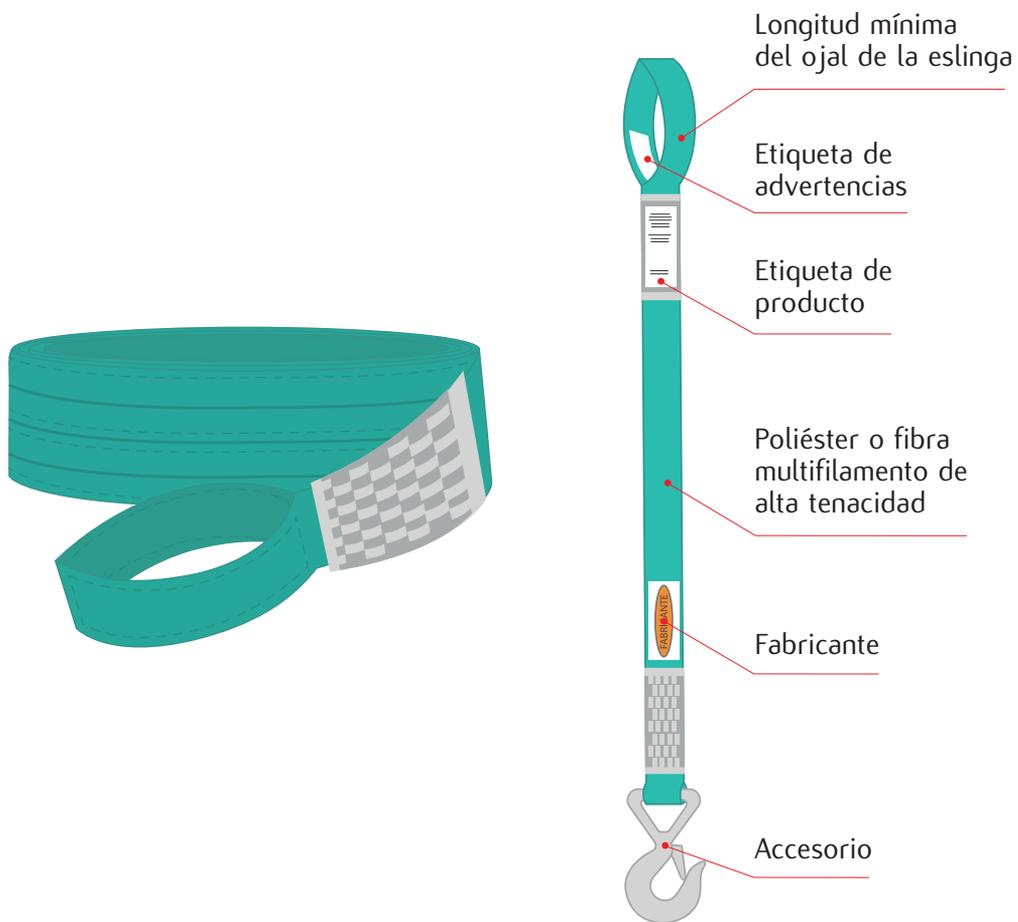


Figura 12. Eslinga sintética.



7.1.2. Eslingas de cables de acero o estrobo: Conjunto de cordones fabricados de alambre y colocados helicoidalmente alrededor del núcleo central del cable (alma), el cual puede ser metálico, de fibras textiles naturales, sintéticas, artificiales o combinaciones de ellas.

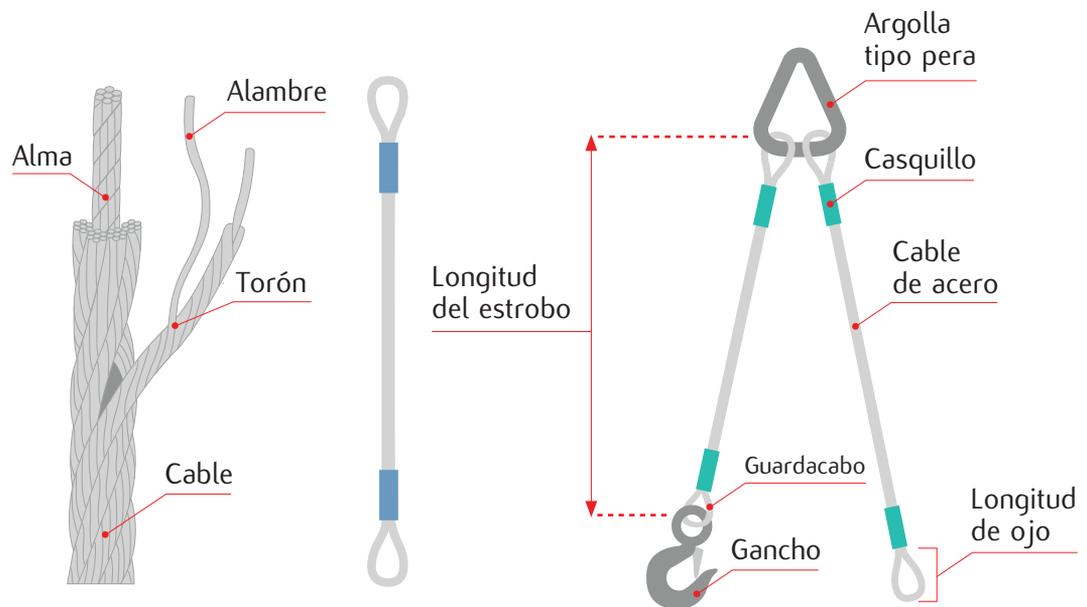


Figura 13. Eslinga de cables de acero o estrobo.

## CONSTRUCCIÓN

7.1.3. Eslingas de cadena: Sistema formado por un número elevado de piezas iguales, denominados eslabones, conectados entre sí por articulaciones. El material más habitual para las cadenas es el acero, aunque también existen cadenas de material plástico.

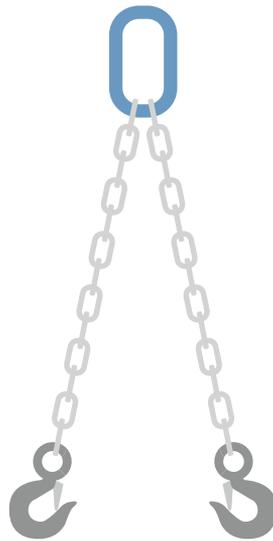


Figura 14. Eslinga de cadena.

---



## 7.2. Tablas de cargas.

Las tablas de carga permiten conocer la capacidad de carga límite de trabajo para los diferentes tipos de amarre como también las características de los accesorios de amarre a utilizar:

ANCHO		Color	Largo ojo cm	CARGA LÍMITE TRABAJO m ton						
mm	inch			Nº capas	 Axial	 Lazo	 U	 60º	 45º	 30º
25	1	Violeta	30	1	1	1	1	1	1	
				2	1,4	1,1	2,8	2,5	2,0	1,4
				3	2,1	1,7	4,2	3,8	2,9	2,1
				4	2,8	2,2	5,6	5,0	3,9	2,8
50	2	Verde	30	1	1,4	1,1	2,8	2,5	2,0	1,4
				2	2,8	2,2	5,6	5,0	3,9	2,8
				3	4,2	3,4	8,4	7,6	5,9	4,2
				4	5,6	4,5	11,2	10,1	7,8	5,6
75	3	Amarillo	30	1	2,1	1,7	4,2	3,8	2,9	2,1
				2	4,2	3,4	8,4	7,6	5,9	4,2
				3	6,3	5,0	12,6	11,3	8,8	6,3
				4	8,4	6,7	16,8	15,1	11,8	8,4
100	4	Gris	40	1	2,8	2,2	5,6	5,0	3,9	2,8
				2	5,6	4,5	11,2	10,1	7,8	5,6
				3	8,4	6,7	16,8	15,1	11,8	8,4
				4	11,2	9,0	22,4	20,2	15,7	11,2
125	5	Rojo	40	1	3,5	2,8	7,0	6,3	4,9	3,5
				2	7,0	5,6	14,0	12,6	9,8	7,0
				3	10,5	8,4	21,0	18,9	14,7	10,5
				4	14,0	11,2	28,0	25,2	19,6	14,0
150	6	Café	45	1	4,2	3,4	8,4	7,6	5,9	4,2
				2	8,4	6,7	16,8	15,1	11,8	8,4
				3	12,6	10,1	25,2	22,7	17,6	12,6
				4	16,8	13,4	33,6	30,2	23,5	16,8
200	8	Azul	60	1	5,6	4,5	11,2	10,1	7,8	5,6
				2	11,2	9,0	22,4	20,2	15,7	11,2
				3	16,8	13,4	33,6	30,2	23,5	16,8
				4	22,4	17,9	44,8	40,3	31,4	22,4
250	10	Naranja	60	1	7,0	5,6	14,0	12,6	9,8	7,0
				2	14,0	11,2	28,0	25,2	19,6	14,0
				3	21,0	16,8	42,0	37,8	29,4	21,0
				4	28,0	22,4	56,0	50,4	39,2	28,0
300	12	Naranja	100	1	8,4	6,7	16,8	15,1	11,8	8,4
				2	16,8	13,4	33,6	30,2	23,5	16,8
				3	25,2	20,2	50,4	45,4	35,3	25,2
				4	33,6	26,9	67,2	60,5	47,0	33,6

Tabla 1. Tabla de cargas para eslingas sintéticas.

## CONSTRUCCIÓN

Pulg.	DÍAMETRO DEL CABLE						
	Simple	Lazo	En U	30°	60°	90°	120°
5/16	0,65	0,48	1,30	1,25	1,13	0,91	0,65
3/8	0,96	0,71	1,92	1,85	1,66	1,35	0,96
7/16	1,36	1,01	2,72	2,62	2,36	1,91	1,36
1/2	1,80	1,34	3,60	3,48	3,10	2,53	1,80
5/8	2,80	2,08	5,60	5,40	4,85	3,93	2,80
3/4	4,00	3,00	8,00	7,70	6,92	5,63	4,00
7/8	5,40	4,05	10,80	10,45	9,35	7,62	5,40
1	7,04	5,25	14,80	13,60	12,17	9,92	7,04
1.1/8	8,50	6,35	17,00	16,40	14,70	12,00	8,50
1.1/4	10,80	8,05	21,60	20,80	18,60	15,22	10,80
1.3/8	13,00	9,70	26,00	25,10	22,48	18,40	13,00
1.1/2	15,40	11,50	30,80	29,80	26,63	21,71	15,40

Coeficiente de seguridad 5:1

Tabla 2. Tabla de cargas para eslingas de cables de acero o estrobos.



MEDIDA CADENA		DOS RAMALES					
		Axial sencillo	Lazo sencillo	Doble o en U	60°	45°	30°
Pulgadas	Milímetros						
7/32"	6	1,13	0,91	2,27	1,63	1,36	1,13
1/4"(9/32")	7	1,59	1,27	3,18	2,77	2,22	1,59
5/16"	8	2,04	1,63	4,08	3,54	2,90	2,04
3/8"	10	3,22	2,58	6,44	5,58	4,54	3,22
1/2"	13	5,44	4,35	10,89	9,43	7,71	5,44
5/8"	16	8,21	6,57	16,42	14,20	11,61	8,21
3/4"	20	12,84	10,27	25,67	22,23	18,14	12,84
7/8"	22	15,51	12,41	31,03	26,85	21,95	15,51
1"	26	21,64	17,31	43,27	37,47	30,57	21,64
1,1/4"	32	32,79	26,24	65,59	56,79	46,36	32,79

Valores en toneladas métricas (TM)

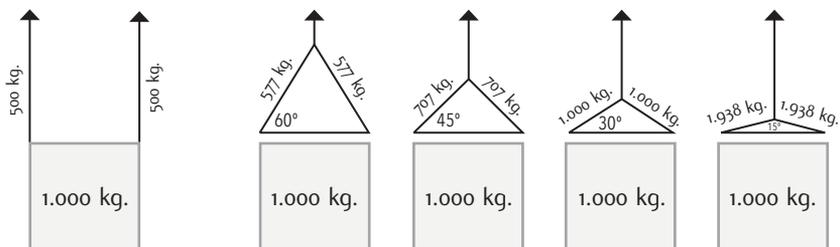
Tabla 3. Tabla de carga para eslingas de cadenas.

## CONSTRUCCIÓN

## 7.3. Ángulos de eslingas.

Al disminuir el ángulo entre la distancia de la eslinga y la horizontal, aumenta el esfuerzo en cada lado de la eslinga, aun cuando la carga permanezca constante.

Una eslinga tiene mayor capacidad de carga en eslingado o estrobado vertical. A medida que el ángulo de conexión disminuye, la carga aplicada a la eslinga y a sus dispositivos aumenta. Por ejemplo, la tensión que la eslinga soporta en un ángulo de 30 grados es mucho mayor que la tensión que soporta en un ángulo de 60 grados. Por lo anterior, siempre se debe considerar el factor de esfuerzo relacionado con los ángulos de las eslingas, de tal forma de asegurar que la resistencia de la misma es superior al esfuerzo generado.



ÁNGULO DE LA ESLINGA	FACTOR DEL ÁNGULO
90°	1.000
85°	1.003
80°	1.015
75°	1.035
70°	1.064
65°	1.103
60°	1.154
55°	1.220
50°	1.305
45°	1.414
40°	1.555
35°	1.743
30°	2.000

Tabla 4. Ángulos de eslingas.



#### 7.4. Protección de accesorios de amarre.

Al utilizar cualquier tipo de accesorio de carga tanto eslingas como grilletes, siempre se le debe proteger de la acción de las aristas vivas de las cargas sobre esta. Para este efecto la eslinga se protege con un acolchonamiento de goma, madera, huaípe u otro.

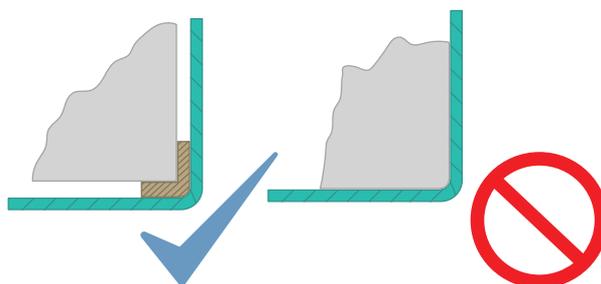


Figura 15. Protección de accesorios de amarre.

#### 7.5. Inspección de eslingas.

Diariamente, antes de usar la eslinga, los accesorios deben ser revisados por una persona calificada para evaluar eventuales daños o defectos. Inspecciones adicionales serán llevadas a cabo durante el uso de las eslingas en la medida que las condiciones de uso así lo ameriten. Las eslingas dañadas o defectuosas deben ser retiradas de inmediato del servicio y destruidas.

#### 7.6. Criterios de rechazo o descarte

Los criterios que se detallan a continuación presentan situaciones en las que se debe dar de baja e inutilizar los diferentes tipos de eslingas:

## CONSTRUCCIÓN

## 7.6.1. Eslingas sintéticas.

Deberán ser rechazadas cuando se observen:

- Quemaduras por ácido.
- Derretido o chamuscado en cualquier parte de la eslinga.
- Hoyos, roturas, cortes o partes deshilachadas.
- Costuras rotas o desgastadas en lugares donde se ha unido la eslinga.
- Desgaste por abrasión excesiva.
- Eslingas decoloradas o quebradizas o zonas tiesas en cualquier parte de la eslinga que pueda significar daño por luz solar, ultravioleta o daño químico.



Figura 16. Eslingas sintéticas.

## 7.6.2. Eslingas de cables de acero o estrobos.

Deberán ser rechazadas cuando se observen:

- Alambres rotos en estrobos sencillos o trenzados.
- Severa abrasión o roce localizado, dobleces permanentes, aplastamientos, jaulas de pájaro.
- Cualquier otro daño que resulte en deterioro a la estructura del cable de acero.
- Corrosión severa del cable o de los accesorios en el extremo del cable.



Figura 17. Eslingas de cables de acero o estrobos.



### 7.6.3. Eslingas de cadena.

Deberán ser rechazadas cuando se observen:

- Fisuras o roturas.
- Desgaste excesivo, muescas o hendiduras.
- Eslabones o componentes elongados.
- Eslabones o componentes doblados, torcidos o deformados.
- Exceso de corrosión.
- Eslabones o componentes sin movimiento libre.
- Salpicaduras de soldadura.



Figura 18. Eslingas de cadena.

---

### 7.7. Elementos de unión.

Se denominan elementos de unión a los ganchos, anillos y argollas que permiten enganchar la carga con el equipo de izaje para una maniobra específica.

7.7.1. Grilletes: Sirven para conectar en forma permanente un ojal con otros elementos de sujeción. Están fabricados de acero y consisten en una pieza de forma “U”, con un pasador de acero forjado que atraviesa sus dos extremos.

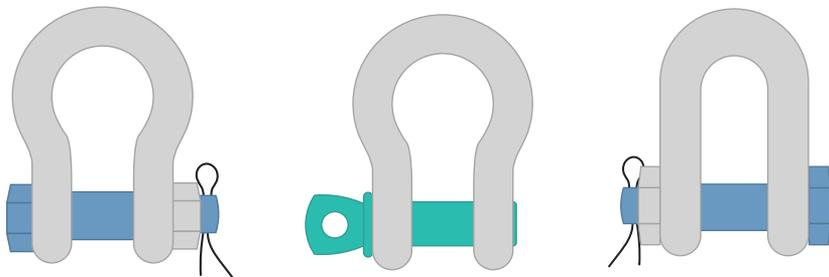


Figura 19. Grilletes.

7.7.2. Argollas: Accesorio de acero forjado usado en las maniobras con equipos, principalmente cuando se pretende izar un objeto tirando directamente de él.

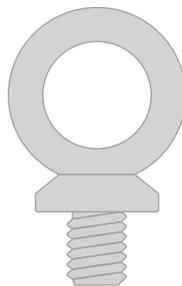


Figura 20. Argollas.



7.7.3. Anillos: Son elementos de unión de acero forjado que permiten conectar el objeto de carga con el equipo de izaje. Los anillos pueden ser redondos y ovalados en forma de pera.

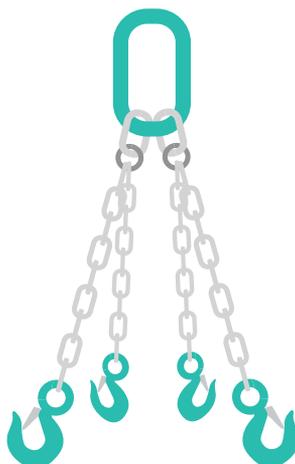


Figura 21. Anillos.

---

7.7.4. Ganchos de izaje: Son elementos de unión elaborados de acero forjado. Se utilizan para conectar el equipo de izaje con la carga por medio de eslingas, estrobos o cadenas. El gancho puede ser de espiga prensada, con cable de acero, gancho de ojo, giratorio, corredizo, corriente o con mosquetón de seguridad.

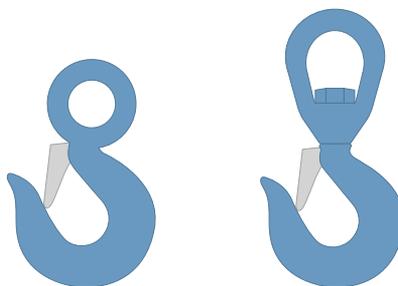


Figura 22. Ganchos de izaje.

---

## CONSTRUCCIÓN

7.7.5. Grapas: Estos accesorios, conocidos también como abrazaderas, son utilizados en las terminaciones de cables. Están elaborados por un conjunto de piezas metálicas formadas por un perno “U” con sus extremos terrajados y una plancha o base perforada.

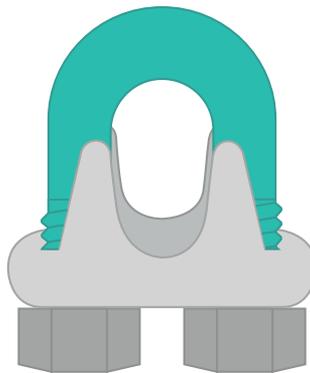


Figura 23. Grapas.

7.7.6. Tensores: Estos elementos de acero de una pieza que conforma dos tirantes colocados entre dos tuercas originan la tensión recomendada para tracción recta o en líneas de carga. Existen diferentes tipos de tensores como los “gancho y gancho”, “gancho y ojo”, “ojo y ojo”, “horquilla y ojo” y “horquilla y horquilla”.

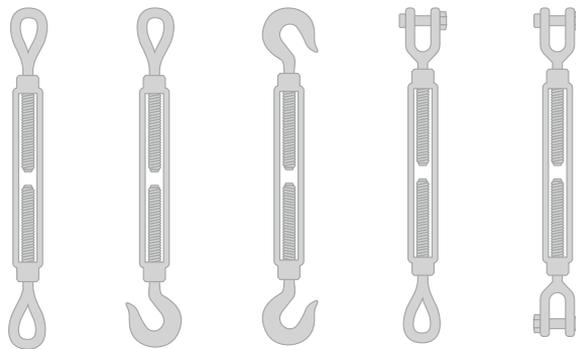


Figura 24. Tensores.



## 7.8. Tipos de amarre para una carga.

Existen los siguientes tipos de estrobadado o eslingado de una carga:

7.8.1. Tiro directo axial: Esta conexión se realiza normalmente conectando la eslinga de la carga al gancho en una posición vertical de 90 grados completamente recto. El peso total de la carga es soportado por una sola eslinga, por consiguiente, el peso a izar puede igualar la carga máxima de utilización (carga de trabajo) de la eslinga.



Figura 25. Tiro directo axial.

7.8.2. Eslingado/estrobadado en "U" o canasta simple y en "U" o canasta doble (abrazado): Este método consiste en elevar una carga envolviendo la eslinga alrededor de ésta y afianzando ambos extremos de la eslinga (gazas) en el gancho (también en un grillete o argolla). Este método no se debe usar para cargas difíciles de equilibrar, ya que podría resbalarse fuera de la eslinga.

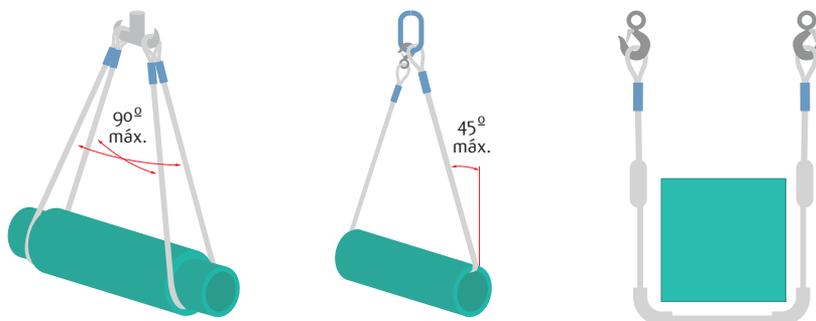


Figura 26. Eslingado/estrobadado en "U" simple y en "U" doble (abrazado).

## CONSTRUCCIÓN

7.8.3. Eslingado/estrobado en lazo de envoltura doble (abrazado doble): Mediante este método se envuelve la carga completamente. Es excelente para cañerías y tubos. Se ejerce un contacto en 360°, lo que empuja unas piezas a otras, generando que la carga completa sea más estable.

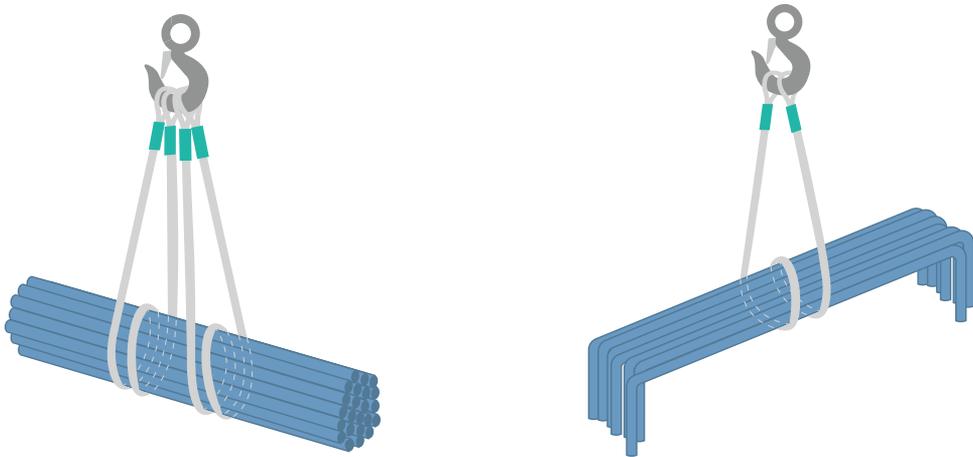


Figura 27. Eslingado/estrobado en lazo de envoltura doble (abrazado doble).



7.8.4. Eslingado/estrobado ahorcado simple y doble: Este método produce un estrangulamiento de la carga cuando ésta se iza debido al lazo formado en la gaza de la eslinga. El simple no proporciona un contacto de 360°. En el doble, el contacto con la carga es completo, ya que la eslinga se envuelve completamente alrededor de la carga antes de que ésta se eleve. Se usa para izar bultos sueltos, como piezas tubulares.

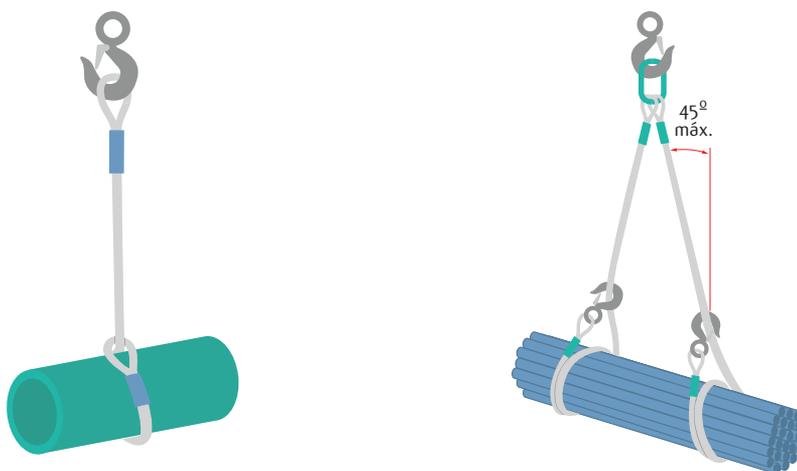


Figura 28. Eslingado/estrobado ahorcado simple y doble.

---

## CONSTRUCCIÓN

7.8.5. Eslingado/estrobado simple con dos ramales: Se compone de dos eslingas ahorcadas de forma simple a la carga y separadas una de otra. Esto hace a la carga más estable. No proporciona un contacto completo con la carga, por lo que no debe usarse para izar bultos sueltos.

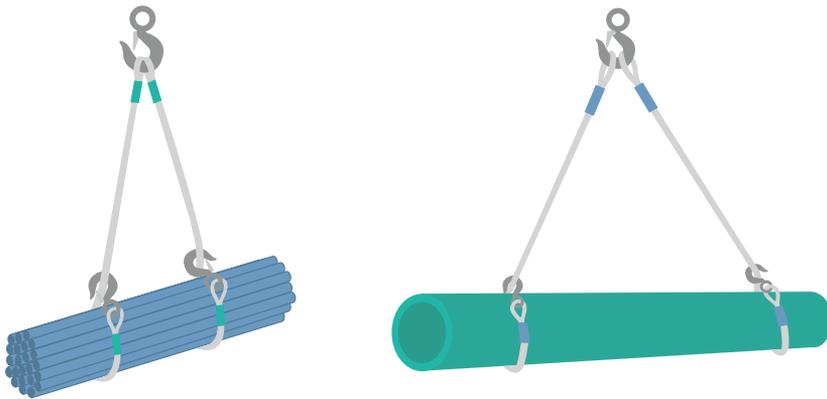


Figura 29. Eslingado/estrobado simple con dos ramales.

7.8.6. Pulpo de eslingas: El pulpo de eslingas puede componerse de varios ramales, normalmente 2, 3 o 4. Con un pulpo de dos ramales y una carga no simétrica, el gancho de la grúa se debe posicionar sobre el centro de gravedad de la pieza. Para ello se necesita aumentar o disminuir la longitud de los ramales mediante acortadores, lo que permitirá elevar la carga nivelada.

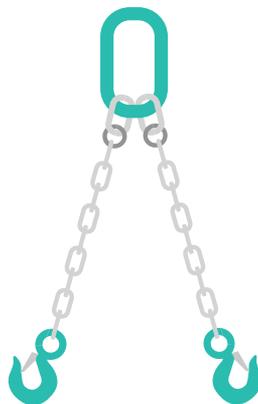


Figura 30. Pulpo de eslingas.



- 7.8.6.1 Con pulpo de tres ramales: Si los puntos de enganche no se espacian uniformemente y los ramales del pulpo no tienen igual longitud, la distribución de la carga producirá una sobrecarga en dos de los ramales, manteniendo a una de ellas infrautilizada. Por ello, ante cargas desequilibradas se debe considerar que la carga es soportada sólo por dos de los ramales.

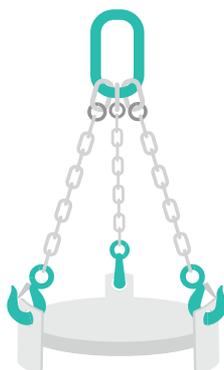


Figura 31. Pulpo de eslingas de tres ramales.

---

- 7.8.6.2 En un pulpo de cuatro ramales: No es raro tener tres ramales, o posiblemente sólo dos, soportando todo el peso, mientras las demás sólo sujetan la carga e impiden que se incline. En estos casos, el cálculo de las eslingas se debería hacer de forma que 3 ramales puedan soportar la totalidad de la carga. La mayoría de los fabricantes asignan la misma carga máxima de utilización (carga de trabajo) a los pulpos de tres y cuatro ramales.

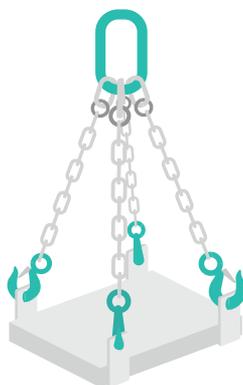


Figura 32. Pulpo de eslingas de cuatro ramales.

---

## 8. CÁLCULOS PARA EL LEVANTAMIENTO DE CARGAS

En los levantamientos mecánicos se hace necesario conocer el tipo de carga que se va a levantar, considerando las dimensiones de esta y así realizar el movimiento con el mayor grado de seguridad posible.

Los tipos de carga se pueden asociar a materiales de construcción (paquetizados o a granel), máquinas, equipos, escombros, entre otros.

Algunas cargas tienen especificada su masa mediante un grabado o estampado. Dichas especificaciones vienen dadas por el fabricante.

En el caso de máquinas, se debe consultar el manual del fabricante para conocer su masa.

En los casos donde la carga no es conocida se deben ejecutar cálculos para determinar su magnitud, considerando, además el volumen y forma de la misma, la cual es preponderante para una correcta estiba y una ejecución del izaje estable.

### 8.1. Cálculo de masa.

Para calcular la masa de una carga maciza se aplica la siguiente fórmula:

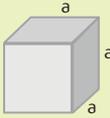
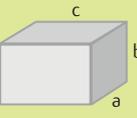
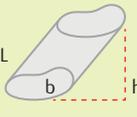
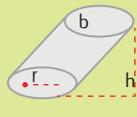
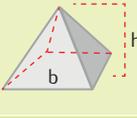
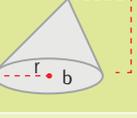
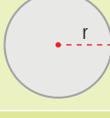
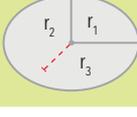
$$\text{MASA} = \text{VOLUMEN} \times \text{DENSIDAD}$$

Volumen: Es el espacio que ocupa una carga y está dado por la forma que tenga la misma.

Dependiendo de la forma de ésta, el volumen se calcula de diferentes maneras.

A continuación, se enuncian las fórmulas para calcular el volumen de algunas formas geométricas.



FORMA	APARIENCIA	FÓRMULA DE VOLUMEN
Cubo		$a^3$
Prisma regular		$a b c$
Prisma irregular		$b h$
Cilindro		$b h = \pi r^2 h$
Pirámide		$(1/3) b h$
Cono		$(1/3) b h = (1/3) \pi r^2 h$
Esfera		$(4/3) \pi r^3$
Elipsoide		$(4/3) \pi r_1 r_2 r_3$

Todas las dimensiones del elemento deben estar en las mismas unidades.  $\pi$  (PI) es una constante y es igual a 3,1416.

Tabla 5. Fórmula de volumen.

## 8.2. Ejemplo de cubicación.

### 8.2.1. Cálculo peso capacho cargado con hormigón.

Peso del hormigón: 2.400 Kg/m<sup>3</sup>.

Peso del capacho 0,5 lts: 200 Kg.

Peso total: (peso del hormigón x capacidad del capacho) + peso del capacho.  
 $(0,5 \times 2.400) + 200 = 1.400 \text{ Kg.}$

### 8.8.2. Cubicación de tubería.

Realizaremos el cálculo de una tubería de acero para poder izarla.

El amarre del tipo ahorcado se ha realizado con grilletes y a 2m de cada extremo de la tubería. Se pide calcular la carga de trabajo segura y el porcentaje de la maniobra.

Los siguientes datos podemos obtenerlos a través de las tablas de cargas e información que proporciona el fabricante:

- Diámetro del estrobo: 1 pulgada.
- Longitud del estrobo: 12m.
- Diámetro tubería: 36 pulgadas.
- Longitud tubería: 12 metros.
- Espesor: 15 milímetros.
- Peso volumétrico del acero: 7850 kg/m<sup>3</sup>.

#### Cálculo

Peso tubería =  $\pi \times \text{diámetro} \times \text{espesor} \times \text{longitud} \times \text{peso volumétrico acero}$

Peso tubería =  $\pi \times (1 \text{ m}) / (100 \text{ cm}) \times (2,54 \text{ cm}) / (1 \text{ pulg}) \times 36 \text{ pulg} \times 15 \text{ mm} \times (1 \text{ m}) / (1000 \text{ mm}) \times 12 \text{ m} \times 7850 \text{ kg/m}^3$

Peso tubería = 4059 kg



### 8.3. Centro de gravedad.

El centro de gravedad (CG) de un objeto se describe más ampliamente como su punto de equilibrio.

El concepto de centro de gravedad es importante porque este siempre intentará ubicarse automáticamente justo abajo del punto de izaje cuando se iza un objeto con una sola línea. Por lo anterior, si se intenta izar un objeto sujetándolo debajo del Centro de Gravedad el objeto se invierte y el centro de Gravedad queda de nuevo directamente debajo el punto de izaje.

Para objetos hechos de un material con formas relativamente simples, se asume que está en el centro físico del objeto. Por otro lado, si el objeto a izar tiene una forma compleja o es un conjunto armado de varios componentes, el Centro de Gravedad puede no ser tan obvio, por tanto, se debe planificar la sujeción con cierto grado de ajuste, de modo que el gancho de la grúa pueda posicionarse con precisión sobre el Centro de Gravedad. De no hacerse esto, la carga pivotará fuera de control y terminará colgando oblicuamente de forma tal que el Centro de Gravedad quede debajo del gancho sin importar cómo se arregló la sujeción.

Además de la consideración obvia del diseño de la sujeción, un Centro de Gravedad desplazado puede hacer que una grúa tarde más en lograr posicionar el extremo de su pescante directamente arriba del Centro. Al planear un izaje, siempre se debe considerar la ubicación del centro de gravedad, en virtud del diseño de la sujeción y también para asegurar que la carga se nivele sin un pivoteo indeseable que podría causar el contacto entre la carga y la pluma o entre la carga y los operadores o estructuras cercanos.

#### 8.3.1. Centro de gravedad de cargas regulares.

Para el cálculo del centro de gravedad de cargas regulares se recomienda aplicar las siguientes ecuaciones:

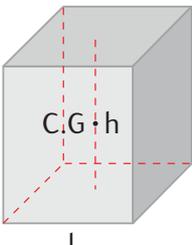
Figura	Fórmula
	$h/2$ $L/2$

Figura 33. Ecuación centro de gravedad cargas regulares.

## 8.3.2. Centro gravedad de cargas irregulares.

A continuación, se describe el procedimiento para hallar el centro de gravedad de una carga irregular:

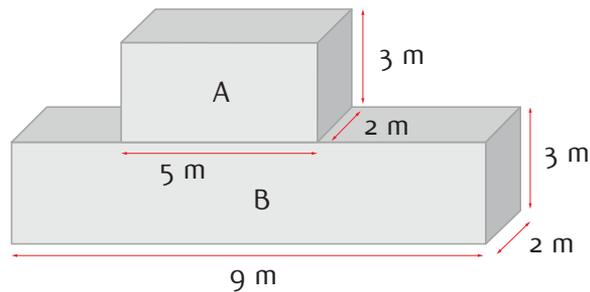


Figura 34. Centro de gravedad cargas irregulares.

- Primer cálculo.

Masa = volumen x Densidad en kg /m<sup>3</sup>

Masa del cuerpo de cemento A = (largo x ancho x altura) x Densidad en kg /m<sup>3</sup>

Masa del cuerpo de cemento A = (5 x 2 x 3) x 1.440

Masa del cuerpo de cemento A = 30 x 1.440

Masa del cuerpo de cemento A = 43.200

Masa del cuerpo de cemento B = (largo x ancho x altura) x Densidad en kg /m<sup>3</sup>

Masa del cuerpo de cemento B = (9 x 2 x 3) x 1.440

Masa del cuerpo de cemento B = 54 x 1.440

Masa del cuerpo de cemento B = 77.760



- Segundo cálculo.

Medir la distancia de referencia al centro de cada sección

A= 2,5 m

B= 4,5 m

- Tercer cálculo.

Multiplicar la masa de la sección por la distancia desde el punto de referencia hasta el centro de la sección:

Sección A = 43.200 kg x 2.5 m = 108.000 kg/m

Sección B = 77760 kg x 4.5 m = 349.920 kg /m

- Cuarto cálculo.

Centro de gravedad (CG) = Sumar los resultados y dividir por el total de la masa

CG = (Sección A + Sección B) / (Masa del cuerpo de cemento A + Masa del cuerpo de cemento B)

CG = (108.000 kg/m + 349.920 kg /m) / (43.200 + 77.760)

CG = 457.920/ 120.960

CG =3,78

## 9. SEÑALES INTERNACIONALES PARA EL IZAJE DE CARGAS

En las tareas de izaje de carga, todo operador y rigger o señalero debe conocer a la perfección las señales de izaje, de tal forma de mantener una comunicación fluida, correcta y pertinente para ejecutar correctamente las etapas propias del izaje. Las señales se pueden clasificar en 2 grandes grupos: Código de señales para grúa torre y Código de señales para grúa móvil. Los detalles de las señales serán tratados en las respectivas “Guías para el control de peligros en el uso de Grúas Torre” y “Guía para el control de peligros en el uso de grúas móviles”, respectivamente.

## 10. ACCESORIOS PARA EL IZAJE DE CARGAS

Los accesorios de izaje permiten mejorar las condiciones de operación y de seguridad durante los movimientos de la carga. Dada la gran variedad de estos elementos es que se deben seguir estrictamente las medidas preventivas e indicaciones de uso entregadas por el proveedor y/o fabricante. En la actualidad, los accesorios más comunes utilizados en el rubro de la construcción en Chile son:

### 10.1. Bandejas receptoras fijas y móviles.

Permiten la descarga de diferentes materiales en los pisos de una edificación, favoreciendo la colocación de materiales en forma libre, mejorando la velocidad de descarga y evitando el rozamiento del cable de elevación con el edificio o estructura.

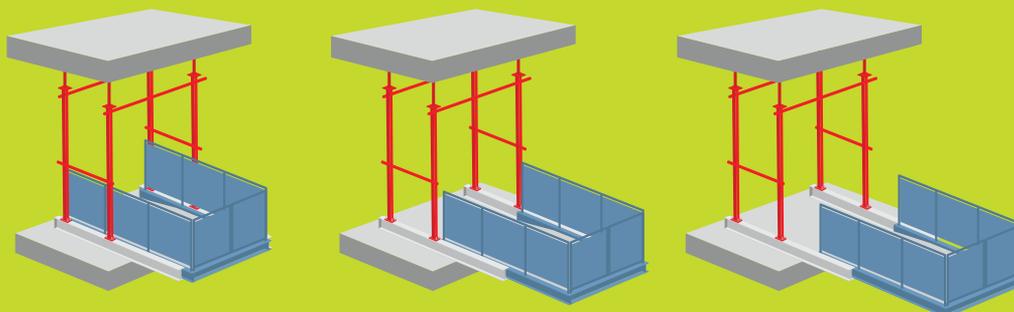


Figura 35. Bandejas receptoras móviles.

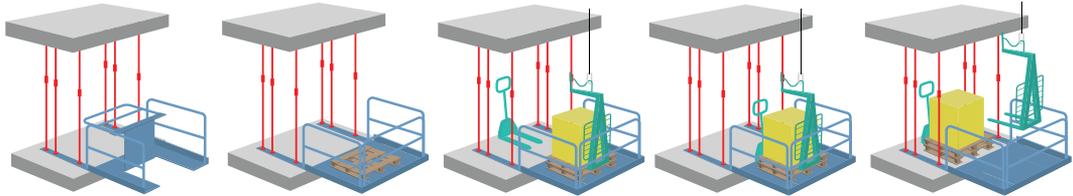


Figura 36. Bandejas receptoras de materiales fijas

## 10.2. Capachos de escombros.

Son usados para la manipulación de escombros y material inerte en las obras. Son fáciles de transportar dentro de la obra y sus dimensiones le permiten pasar por lugares confinados. Su descarga debe ser gradual para evitar cargas dinámicas en el equipo de izaje.

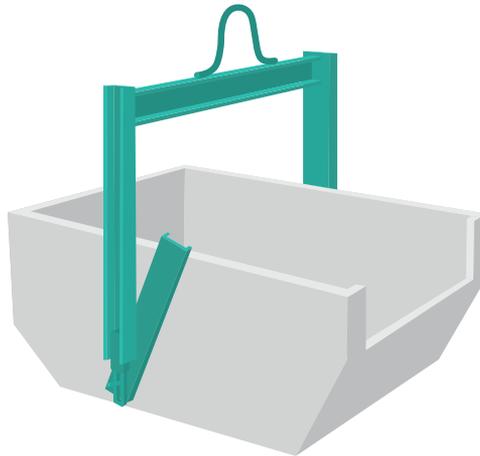


Figura 37. Capachos de escombros.



### 10.3. Porta pallet y jaulas.

Son estructuras de acero empleadas para mover la carga palletizada. En el caso que los materiales no lleguen paletizados, el portapallet se puede complementar con jaulas, que permiten el traslado de cargas unitarias, evitando la caída de materiales.

Existen modelos que compensan el peso (manual o automáticamente) al igual que el ajuste de la altura interior y la distancia entre los dientes.



Figura 38. Porta pallet y jaulas.

---

#### 10.4. Pinzas para la manipulación de prefabricados.

Funcionan por tracción de las garras y apriete de los prefabricados al realizar el izaje. Facilitan la descarga y manipulación de estos elementos, permitiendo una mayor velocidad de avance en las tareas.

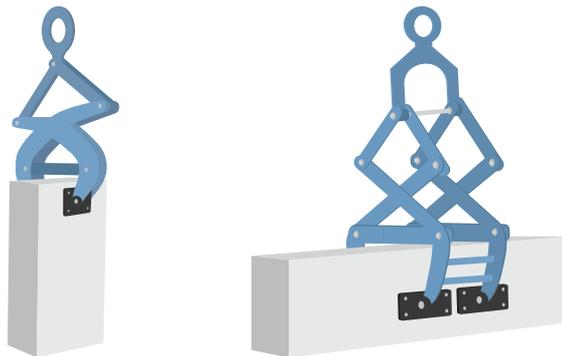


Figura 39. Pinzas para la manipulación de prefabricados.

#### 10.5. Capachos de hormigón.

Permiten el traslado del hormigón desde el punto de llegada (premezclado) hasta el elemento que se va a hormigonar.

Los principales tipos de capachos son:

- Descarga vertical.

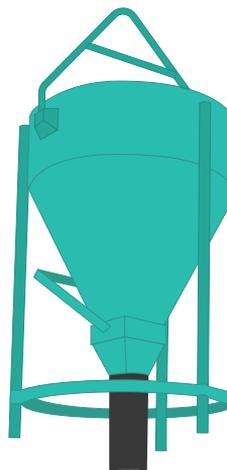


Figura 40. Capacho de hormigón descarga central.



- Descarga lateral y vertical (ej: hormigonado de muros y pilares).



Figura 41. Capacho de hormigón descarga lateral y vertical.

---

- Especial (con apertura manual a distancia para evitar que las personas estén debajo de él)

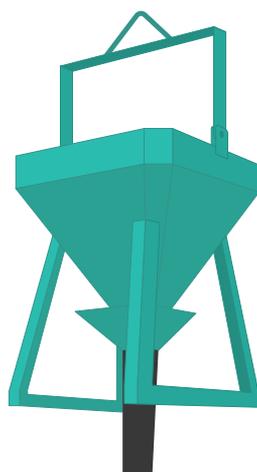


Figura 42. Capacho de hormigón especial.

---

## CONSTRUCCIÓN

## 10.5.1 Recomendaciones de operación con capachos para hormigón.

- Utilizar el capacho solo para trasladar hormigón. Por ningún motivo trasladar trabajadores o materiales.
- Nunca utilizar clavos ni fierro de construcción como reemplazo de chavetas para hacer reparaciones al capacho.
- Se recomienda el uso de piola de seguridad en el asa del capacho.
- Se deberá verificar que el cierre de la boca del capacho quede estanco.
- Se deberá posicionar el capacho en un sector nivelado para evitar volcamiento.
- Por ningún motivo el capacho deberá cargarse por encima de lo establecido por el fabricante.
- Señalizar el máximo nivel de carga con una línea de color visible pintada en el exterior del capacho.
- Se debe asegurar que la carga sea uniforme y evitar descompensación en el peso del capacho.
- Para facilitar las maniobras de aproximación del vertido, el capacho deberá tener dos vientos.
- El señalero o rigger debe verificar que, en la trayectoria, tanto la estructura del capacho como los vientos, no se enganchen en algún elemento.
- Para el vaciado del hormigón, se deberá abrir la boca del capacho solo por medio de la palanca y la descarga debe ser gradual para evitar cargas dinámicas en el equipo de izaje.
- Una vez descargado el hormigón, se recomienda siempre dejar limpio el capacho, para evitar restos de hormigón endurecido que se puedan desprender.



## 11. PLAN DE IZAJE

Antes de iniciar el izaje de carga, se debe realizar un plan de izaje, el cual debe dar respuesta a 4 preguntas:



La planificación de la maniobra permite, eventualmente, detectar situaciones que no han sido previstas, permitiendo tomar las medidas preventivas correspondiente y, por ende, disminuir la probabilidad de incidentes. En la planificación, además se debe considerar lo siguiente:

1. Peso de la carga y de los accesorios: las tablas de carga de los equipos indican la capacidad de izaje bruta. Sin embargo, se debe considerar los elementos de sujeción como las eslingas y los ganchos, para así obtener el peso real del elemento que se va a izar.
2. Punto de sujeción: cuando el objeto que se izará está provisto con puntos de sujeción preinstalados (también conocidos como orejas), significa que se ha considerado previamente el peso de la carga y el centro de gravedad, por lo que solamente se debe considerar el uso adecuado de elementos intermedios como eslingas y grilletes. En el caso contrario, se deberá utilizar otros métodos de sujeción como por ejemplo lazo o estrangulamiento de la carga con eslingas.
3. Radio de izaje: dependiendo de la actividad, se debe establecer una distancia de trabajo o radio de izaje, que permite realizar la maniobra con seguridad. Lo anterior, depende del tipo de equipo a utilizar, la distancia hasta donde se llevará el elemento, el peso del elemento a izar y la altura hasta donde debe llegar.

### 11.1. Requisitos de un plan de izaje (contenido).

11.1.1. Plano de elevación con el equipo, la carga y las estructuras que puedan causar interferencias, incluyendo:

- Largo de pluma, ángulo y radio de izaje.
- Elevación máxima de la carga durante el izaje.
- Todos los accesorios de amarre como: eslingas, grilletes, argollas y demás.
- Componentes de sujeción requeridos, identificados por capacidad, medida, largo y ubicación.

11.1.2. Plano de planta con el equipo, la carga y las estructuras que puedan causar interferencias, incluyendo:

- La ruta de transporte que usará para posicionar la carga para el izaje.
- Posición inicial de izaje de la carga incluyendo el radio.
- Posición final de ubicación de la carga incluyendo el radio.
- Ubicación del equipo incluyendo los límites de giro y/o balanceo.



## 12. INTERRUPCIÓN DE LOS TRABAJOS

Durante las tareas de izaje pueden ocurrir eventos o condiciones que ameritan la detención de la operación. Las principales causas para la interrupción de los trabajos son:

### 12.1. Causas operativas.

- Mala visibilidad.
- Falta de iluminación.

### 12.1. Causas humanas.

- Ausencia de señalero o rigger.
- Ausencia del personal específico para realizar el izaje.

### 12.1. Causas de la naturaleza.

- Si la velocidad del viento es tal que la operación de cargas presenta un riesgo, el operador y/o rigger deberá detener la operación independiente de la velocidad del viento. Por ejemplo, es distinto levantar una tonelada de plomo con una dimensión de 1 metro por 1 metro con una baja superficie de exposición al viento, que levantar una tonelada de moldaje con una dimensión de 12 metros por 6 metros, ya que, en el segundo caso, la superficie de exposición al viento es mayor.
- En presencia de escarcha o nieve, que genere sobrepeso por acumulación en la estructura o dificulte el descenso del gancho o accesorio según el equipo.
- En presencia de neblina cuando el operador pierde visibilidad.
- En caso de existir proximidad de tormenta eléctrica.

### 12.1. Fallas del equipo.

- Mal estado del cable de elevación (cuando aplique).
- Alimentación eléctrica intermitente.
- Defectos en el frenado de cualquier mecanismo.
- Si se detectan daños estructurales en el equipo.
- Pérdida del plomo de la estructura (grúas torre).
- Mal estado de los componentes o accesorios, como por ejemplo: el control o joystick del equipo, el gancho de elevación o un cachapo con los elementos de apertura oxidados.

## BIBLIOGRAFÍA

- NCh 12158/1 Of. 97 Equipos de Protección Personal para Trabajos con Riesgo de Caída Parte 1: Requisito y Marcado.
- NCh 1258/2 Of. 2005 Sistemas Personales para Detención de Caída – Parte Estrobos y Amortiguadores de Impacto.
- Universidad pedagógica y tecnológica de Colombia. (2015). Elaboración de un manual de operación para izaje de carga.
- Norma ANSI / ASME. Estudio desde el Capítulo B30.1 hasta la B.30.24 inclusive.
- Chile Cubica. (2021). Cubicaciones. 2 de agosto de 2021, de Chile Cubica Sitio web: <https://www.chilecubica.com/estudio-costos/cubicaciones/>
- Mutual de Seguridad - Cámara Chilena de la Construcción. (2020). Informe de accidentes con resultado de muerte (ACRM). [www.cerofatales.cl](http://www.cerofatales.cl)
- Sociedad Minera Cerro Verde S.A. (2018). ELEMENTOS DE IZAJE. ESTANDAR EQUIPOS Y ELEMENTOS DE IZAJE, 1, 29.
- NCh02422-1997 Terminología y clasificación.
- NCh02431-1999 Características de Seguridad.
- NCh02437-1999 Condiciones de Operación.
- NCh02438-1999 Requisitos Montaje.
- Strongloop. 2010. Eslingas sintéticas. En Catálogo (1, 15) Prodinsa: Prodinsa.
- Bridon Bekaert.. Estrobos. En Catálogo (1, 120) Superloop: Prodinsa.
- Bridon Bekaert.. Cadenas. En Catálogo (1, 120) LinkLine: Prodinsa.
- Mutual de Seguridad CChC. 2009. Manual de grúas torre Eslingas y Estrobos.
- ¿Por qué son importantes las Señales de mano en las Maniobras?. 10-09-2021, de <https://gmvykon.com/> Sitio web: <https://gmvykon.com/conoce-mas/por-que-son-importantes-las-senales-de-mano-en-las-maniobras>
- Norma ASME B30, The American Society of Mechanical Engineers.



## ANEXOS

### 1. Cálculo de densidad.

Densidad: La densidad es la masa por unidad de volumen del material del cual están construidas las cargas. Las unidades son: lbs/pie<sup>3</sup>, gr/cm<sup>3</sup>, kg/m<sup>3</sup>, etc. Existen tablas en las cuales se muestran las densidades de los materiales de los cuales están construidas las cargas.

MATERIAL	Densidad en gr/cm <sup>3</sup>	Densidad en kg/m <sup>3</sup>	Densidad en lb/pie <sup>3</sup>
Acero / Hierro fundido	7,84	7840	490
Agua	1	1000	62.5
Aluminio	2.6	2600	160
Asfalto	1.4	1400	80
Arcilla	1.1	1100	63
Arena	1.8	1800	117
Cal / Carbón	0.86	860	53
Cemento	1.44	1440	90
Concreto	2.4	2400	150
Cobre	8.8	8800	550
Ladrillo	2.4	2400	150
Laton	8.19	8190	512
Madera	0.5/0.8	500/800	22/50

Tabla 5. Cálculo de densidad.

## 2. Cálculo de masa de carga hueca.

El tipo de carga hueca más conocida y trabajada son los tanques de almacenamiento de fluidos. Estos pueden estar llenos o vacíos. Como una medida de precaución para el levantamiento de un tanque, el levantamiento se debe realizar con el tanque vacío. Si esto no es posible, el levantamiento se debe ejecutar con las mayores medidas de seguridad posible, ya que, al levantar la carga, cualquier desbalanceo generará un movimiento ondulatorio en el fluido el cual puede llegar a desestabilizar la grúa.

Para el cálculo de masa de los tanques, primero se debe definir si se va a levantar vacío o lleno.

Si se va a levantar vacío, la masa a calcular será el definido por el material con el cual el tanque se encuentra fabricado.

Para calcular la masa, se debe hallar el área superficial del tanque. A continuación se multiplica por el grosor de las paredes y por último se multiplica por la densidad del material de fabricación.

MASA= ÁREA SUPERFICIAL X GROSOR DE PARED X DENSIDAD.

Siempre se deben usar unidades del mismo sistema de unidades. Por ejemplo, si está trabajando en metros, tomar todas las medidas en metros. Si está trabajando en pies, tomar todas las medidas en pies, etc.

Para calcular el área superficial de un tanque rectangular se debe contar el número de caras de éste. Son 6 si es con tapa y 5 si no tiene tapa. A continuación, se calcula el área de cada cara (AREA = LADO X LADO) y se suman las áreas de cada cara.



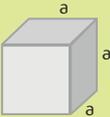
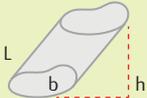
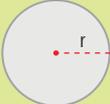
FORMA	APARIENCIA	FÓRMULA DE ÁREA
Cubo		$6 a^2$
Prisma área lateral		Perímetro (b) L
Prisma área total		Perímetro (b) L +2b
Esfera		$4 \pi r^2$

Tabla 5. Cálculo de masa de carga hueca.

---

## NOTAS

The page contains a large area for notes, defined by horizontal dotted lines. A faint watermark of the letters 'WU' is visible in the center of this area.



A series of horizontal dotted lines for handwriting practice, spanning the width of the page. In the center of the page, there is a large, faint watermark of the stylized logo seen in the top right corner, rendered in a light blue color.

CONSTRUCCIÓN

Handwriting practice area consisting of horizontal dotted lines. A large, faint watermark of the letters 'WU' is visible in the center of the page.







## CENTROS DE ATENCIÓN DE SALUD REGIÓN METROPOLITANA

LUGAR	DIRECCIÓN	FONO
Hospital Clínico	Av. Libertador O'higgins 4848, Est. Central	12126775000
Quilicura	Panamericana Norte 7500	12128765600
La Florida	Av. Vicuña Mackenna Oriente 6381	12123555800
Lo Espejo	Av. Lo Sierra 03200	12123278200
San Bernardo	Freire 339	12128765900
Melipilla	San Agustín 270	12122704100
Paine	General Baquedano 610 - 620	12128242146
Providencia	Salvador 100, piso 6	12128765700
Vitacura	Av. Las Tranqueras 1327	12122247428
Santiago Centro	Agustinas 1365	12128765700
Puente Alto	Teniente Bello 66	12123555850
Pudahuel	Av. Américo Vespucio 1309, local 110 - A	12127879780
Talagante	Enrique Alcalde 993	12128155108
Maipú	Av. Pajaritos 999	12127879880

## CENTROS DE ATENCIÓN DE SALUD REGIONES

LUGAR	DIRECCIÓN	FONO
Arica	Av. Argentina 2247	15812206700
Iquique	Riquelme 764	15712408700
Antofagasta	Antonio Toro 709	15512651300
Calama	Av. Central Sur 1813, Villa Aiquina	15512658800
Copiapó	Copayapu 877	5212207500
La Serena	Huanhuallí 186	15112421800
Ovalle	Los Peñones 368, Camino a Sotaquí	15312620024
Viña del Mar	Limache 1300	13212571000
San Antonio	Arzobispo Casanova 239	13512280399
Rancagua	Av. República de Chile 390	17212331900
Curicó	Av. España 1191	17512204500
Talca	Dos Poniente 1380	17112206100
Constitución	Mac - Iver 580	17112204700
Linares	Freire 663	17312563800
Chillán	Av. Argentina 742	14212588900
Los Ángeles	Mendoza 350	14312407400
Concepción	Autopista Concepción Talcahuano 8720	14112727300
Temuco	Av. Holandesa 0615	14512206000
Valdivia	Av. Prat 1005	16312268100
Osorno	Guillermo Bühler 1756	16412334000
Puerto Montt	Urmeneta 895	16512328000
Castro	O'higgins 735	16512632784
Coyhaique	Eusebio Lillo 20	16712268600
Punta Arenas	Av. España 01890	16112207800

