

CURSO DE ANDAMIERAS Y RIGGER CON CERTIFICACIÓN



ITEM 2

MÓDULO 2: CONCEPTOS BÁSICOS Y
TEOREMA DE PITÁGORAS

2.1 Conceptos Básicos

→ Centro de Gravedad

Para un cuerpo extenso o para un conjunto de partículas sometidas a la acción de gravitación, el centro de gravedad (**c.d.g.**) es el punto de aplicación de la resultante de las fuerzas que presentan el peso del cuerpo o del conjunto de partículas, sin que importe su orientación. En un campo gravitatorio uniforme, en el cual la razón de la fuerza gravitatoria con la masa es de siempre la misma, el **c.d.g.** coincide con el centro de masas.

El centro de gravedad:

- El también llamado "centro de masas" de un objeto.
- El punto donde el objeto mantiene el equilibrio si se le pone en el filo de una navaja.
- El único punto donde los momentos de equilibrio estático respecto de tres ejes mutuamente perpendiculares son todos cero.
- El centroide del volumen del objeto, si el objeto es homogéneo.
- El punto donde se concentra toda la masa del objeto al realizar cálculos estáticos.
- El punto alrededor del cual el objeto gira en el espacio.
- El punto a través del cual se considera que actúa la fuerza de la gravedad.
- El punto donde se debe aplicar una fuerza externa para producir traslación pura de un objeto en el espacio.

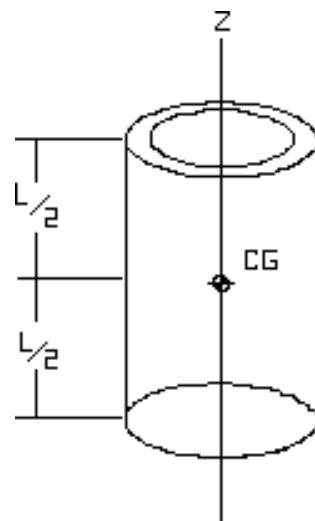
La localización del CG se expresa en unidades de longitud, a lo largo de los tres ejes (X, Y, y Z). Estas son los tres componentes del vector distancia desde el origen del sistema de coordenadas hasta la posición del CG.

El CG de masa compuestas se calcula a partir de los momentos tomados alrededor del origen. La dimensión fundamental de los momentos es, típicamente, FUERZA por DISTANCIA; no obstante, con el momento de masa pueden usarse unidades de MASA por DISTANCIA. Se pueden usar los momentos de volumen, en caso de elementos homogéneos. Se debe tener cuidado en tomar los momentos de los elementos expresados en unidades compatibles.

Las componentes de distancia de la posición del CG, pueden ser positivas o negativas, y de hecho su signo depende de la selección hecha de los ejes de referencia.

El CG de una forma homogénea, se calcula determinando su centroide de volumen. En la vida real, la mayoría de los objetos no son homogéneos, así que el CG debe ser calculado sumando los momentos offset de cada uno de los tres ejes. Estos procesos se describen en detalle en las siguientes secciones:

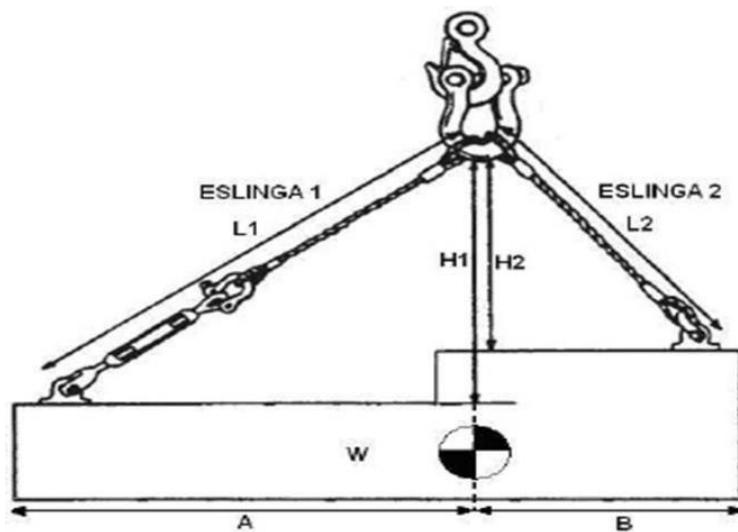
El centro de gravedad de un objeto puede situarse en el aire. Por ejemplo, el centro de gravedad de un segmento de tubería está en la línea central que pasa por su centro geométrico, incluso no habiendo metal en el centro de la tubería.



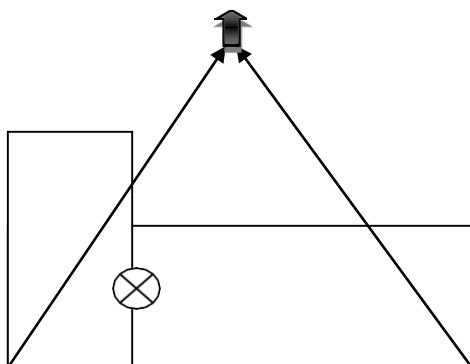
El CG compuesto de un objeto, puede ser calculado si se conocen los CG de cada componente.

→ Forma Práctica de conocer el CG

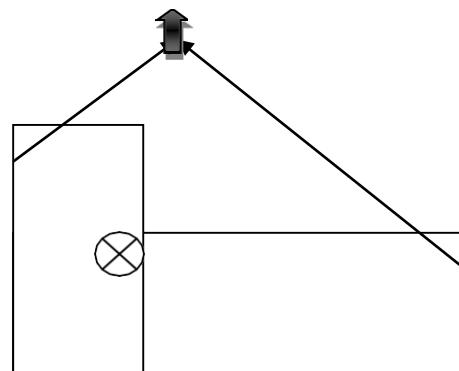
Otra forma más práctica de sacar un centro de gravedad es a través de la diferencia de peso por distancia, donde debiéramos conocer las masas correspondientes a la pieza y unificarlas en una sola para luego conocer su centro de equilibrio una vez obtenido esto por una sencilla regla de tres simple conoceremos en CG.



Efecto sobre la posición del punto del enganche con respecto a su centro de gravedad.



INSTABLE



ESTABLE

La carga puede voltearse por que los enganches están por debajo del centro.

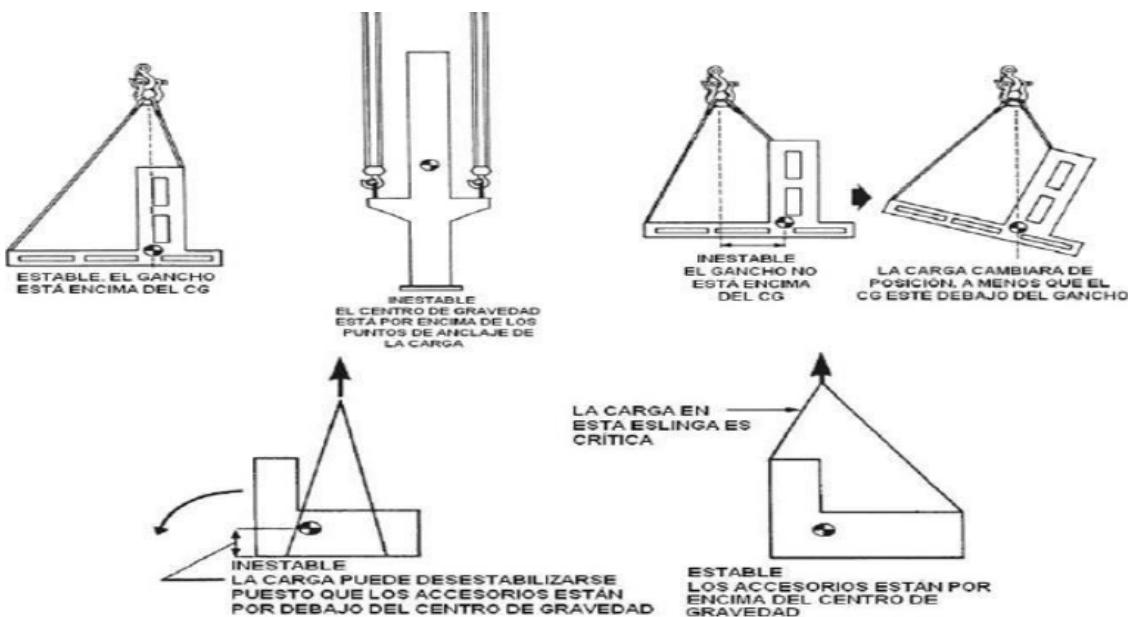
pueden ser menor a 30º.

Los enganches están por encima del centro de gravedad.

Nota: los ángulos de los enganches no

→ Punto de Enganche del Eslingado

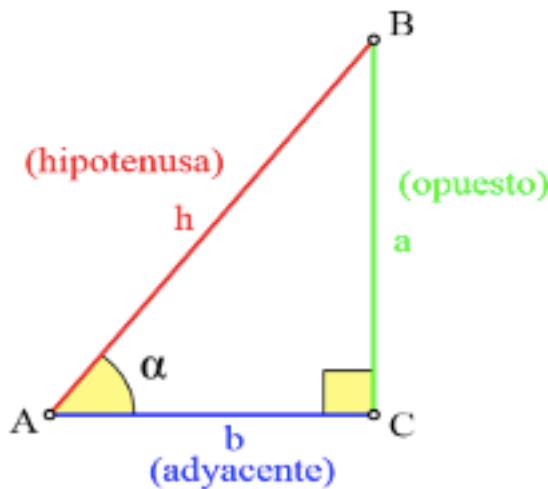
Cuando se levanta una carga, es necesario que el peso este distribuido con respecto al gancho de izar, es decir, el centro de gravedad de la carga estará en línea vertical debajo del gancho, esto le dará estabilidad a la carga cuando sea levantada, por tal motivo, es necesario determinar el punto de enganche de la carga, los elementos y accesorios de izaje deberán ser puestos sobre el centro de gravedad. (**Fig.Nº1**)



→ Conociendo el Largo de la Eslinga

También es indispensable que el Rigger sepa calcular el largo de una eslinga la cual tendrá que utilizar para un cierto levante, es muy importante que el Rigger conozca el **TEOREMA DE PITAGORAS**, y su interacción con los cosenos y tangentes, en especial cuando tenga que levantar una pieza de gran volumen; ejemplo un conteiner, donde se conocerá sus dimensiones pero no así la medida para la maniobra la cual debo procurar que no choque con la pluma del camión, etc.

2.2 Teorema de Pitágoras



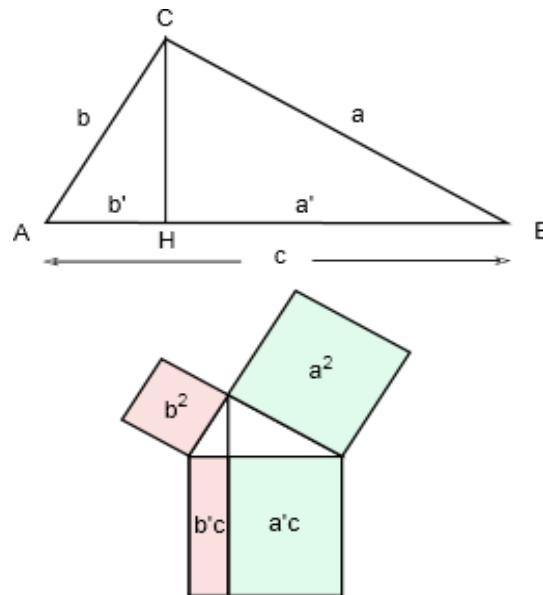
$$\sin \alpha = \frac{\text{opuesto}}{\text{hipotenusa}} = \frac{a}{h}.$$

$$\cos \alpha = \frac{\text{adyacente}}{\text{hipotenusa}} = \frac{b}{h}.$$

$$\tan \alpha = \frac{\text{opuesto}}{\text{adyacente}} = \frac{a}{b}.$$

Donde la eslinga (hip) sería “c”
 Donde la base de la carga (cat. Op.) sería “a”
 Donde la altura (cat. Ady) sería “b”

$$c^2 = a^2 + b^2$$



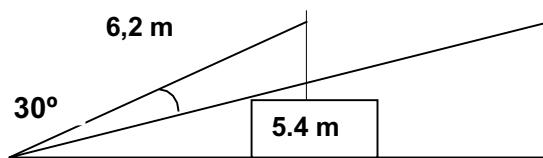
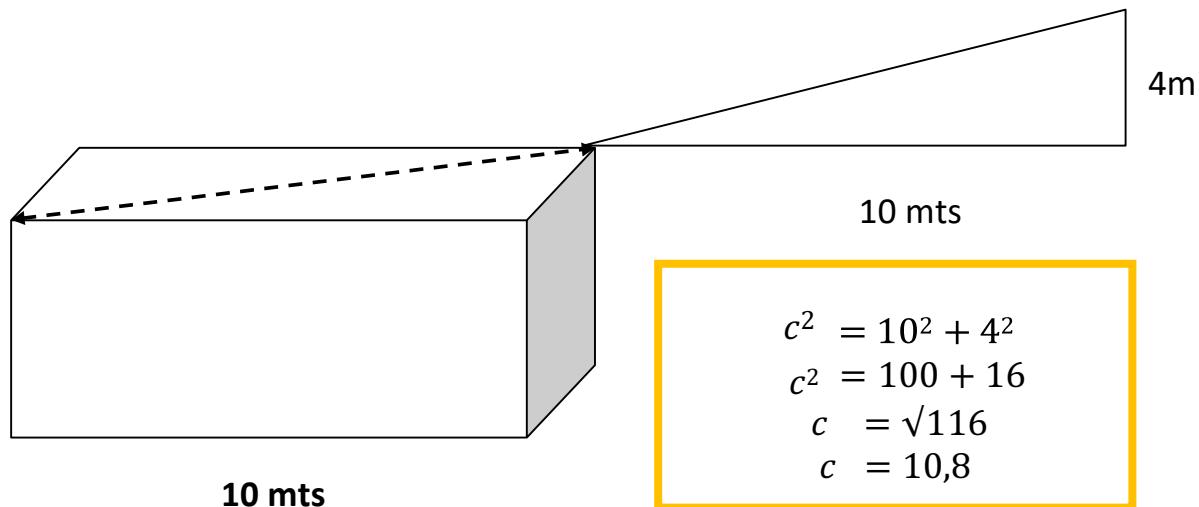
- Según las dimensiones de la pieza se calcular de la siguiente forma:

Ejemplo levante de un conteiner, con un ángulo mínimo de levante.

Largo de la pieza 10 mts.

Ancho de la pieza 4 mts.

Alto de la pieza 5 mts.



$$\text{Hip} = \frac{5,4}{\cos 30} = 6.2 \text{ mts}$$

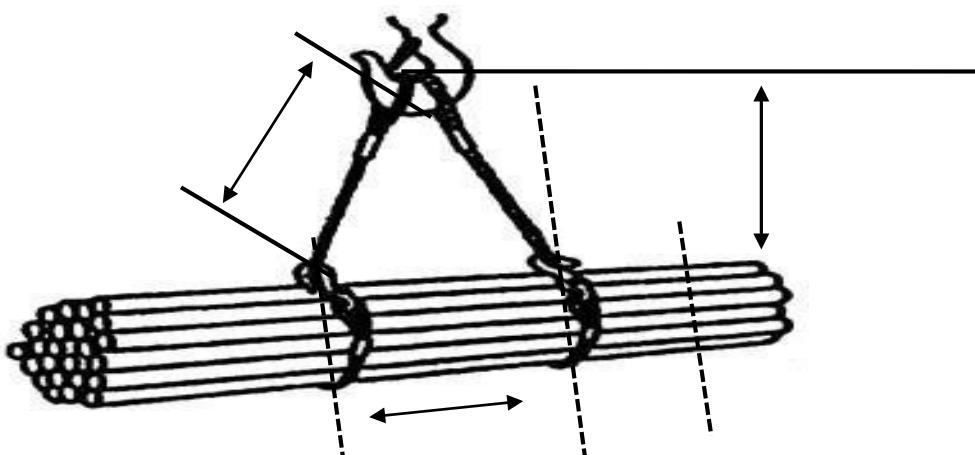
Solución:

Largo de la eslina a utilizar con un ángulo de levante mínimo de 30º es de 6,2 mts.

→ Para Sacar Tensión con un Lazo Ahorcado Inclinado

Para obtener el alto de la eslinga del gancho al centro del tubo, se debe restar el diámetro del tubo al largo de la eslinga, (ejemplo eslinga de 10mts y tubo de 2,87 de diámetro se le resta los 2,87 y nos queda 7,12 de largo de eslinga eso lo multiplicamos al cuadrado o por si mismo $7,12 \times 7,12$ y ese resultado se le resta a la mitad del largo que queda entre las dos eslingas amarradas al tubo que también es un resultado multiplicado al cuadrado, (ejemplo: largo de amarre entre dos eslingas 8mts, mitad sería 4mts al cuadrado) estos dos resultados le sacamos la raíz cuadrada y ese resultado sería el largo de la eslinga que tiene del gancho al centro del tubo.

$$\sqrt{(7,12^2 - 4^2)} = 5,9 \text{ que es la altura del gancho al centro del tubo.}$$



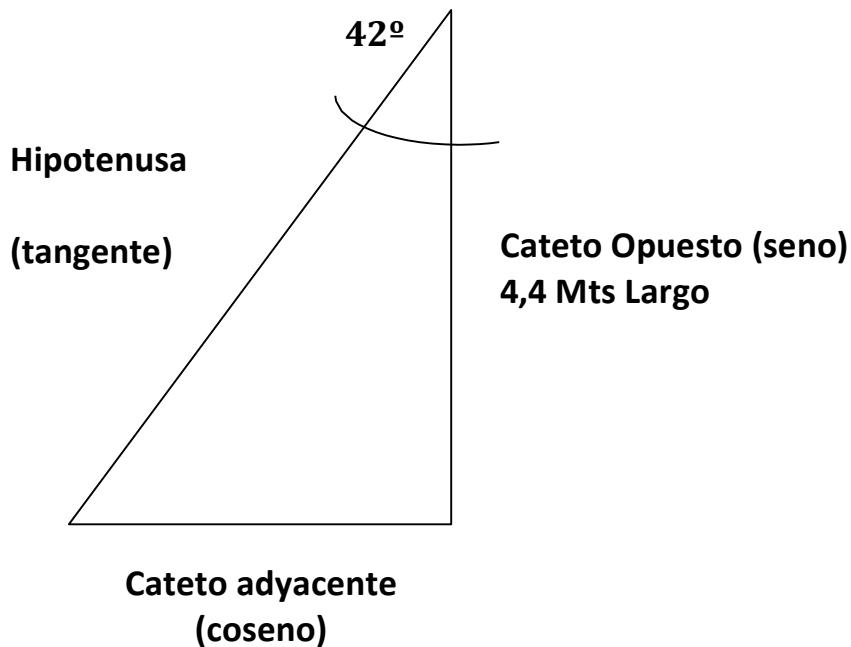
Después, buscamos la carga de trabajo de la eslinga que estamos usando, (siempre en vertical o axial que es lo mismo) (ejemplo eslinga de 1" pulgada tiene carga de trabajo de 9,72 ton) eso lo multiplicamos por los $\frac{3}{4}$ que es igual a 0,75 que es la perdida de eficiencia que tiene un estrobo, o 3 lo dividimos por 4 y nos da 0,75 igual, eso lo volvemos a multiplicar por el resultado que nos queda de la división del largo que nos quedó de la eslinga del gancho al centro del tubo por el largo que nos quedó de la eslinga sacándole el diámetro del tubo, (ejemplo largo del gancho al centro del tubo 5,9 mts dividido 7,12 del largo que quedó sin el diámetro del tubo) y por último se multiplica por las dos eslingas que están amarradas al tubo, y nos daría el resultado en toneladas de la maniobra.

$$CTS = cts \text{ axial} \times \frac{3}{4} \times \frac{4}{L} \times FS$$

$$9,72 \times 0,75 \times \frac{5,9}{7,12} \times 2$$

Los 9,72 es la carga de trabajo que soporta la eslinga.
 El 0,75 es el $\frac{3}{4}$ o la perdida de eficiencia de la eslinga.
 El 0,82 resultado de la división del alto desde gancho al tubo, por el largo de la eslinga desde el gancho al extremo del tubo.
 El 2 sería número de eslingas que sostienen el tubo de ambos extremos.

→ Sacar Ángulo Incluido



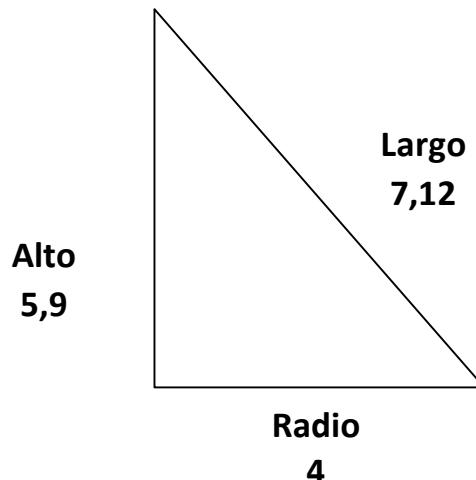
Debemos dividir el radio 4 Mts por el largo del gancho al centro de la carga,

4,4 Mts = SHIFT TANG = nos da un resultado, un ángulo de 42°

$$\frac{4}{4,4} = \text{SHIFT TANG} = 42^\circ$$

→ Calcular el Largo de Eslinga que forma el Ángulo

Si bien hemos dicho anterior que podemos conocer el largo de la eslinga a través de el teorema de Pitágoras, también hay otra forma ayuda por la calculadora científica, que tenga simbología POL.



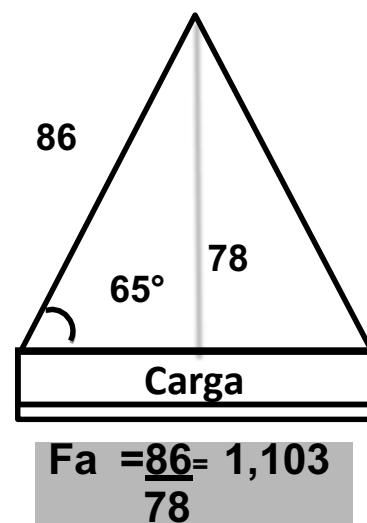
Trabajando con la calculadora científica buscamos el símbolo POL y agregamos el alto mas la coma mas el radio y cerramos con paréntesis y nos da de resultado el largo de la eslinga.

$$\text{POL} (5.9, 4) = 7,12$$

→ Factor del Ángulo

FACTOR DEL ANGULO	ANGULO DE LA ESLINGA (GRADOS)
1,000	90
1,003	85
1,015	80
1,035	75
1,064	70
1,103	65
1,154	60
1,220	55
1,305	50
1,414	45
1,555	40
1,743	35

En los enganche de izaje es muy importante conocer el tipo de ángulo en el cual se trabajara, ya que conociendo su factor también podemos determinar también la tensión que hay en cada brazo del enganche.

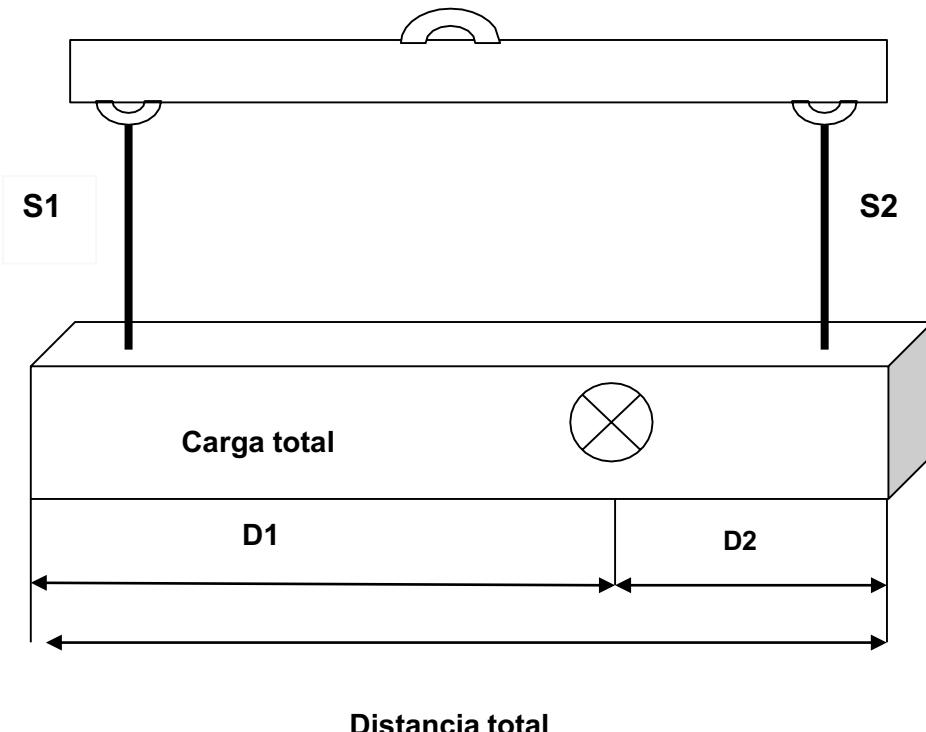


→ Tensión de Eslinga por Brazo (Teoremas de Tensión)

Es muy importante que conozcamos la tensión de la eslinga, que con dicho valor podemos saber en el rango de trabajo que nos encontramos con respecto a la tensión nominal para la cual está diseñada la eslinga, con respecto al trabajo que se está realizando. Para conocer esta tensión es importante siempre tener el largo de la eslinga y también la altura desde el gancho a la base de la carga. Además debe conocerse el peso total de la carga.

Tensión 1

Para eslingas utilizadas con un yugo o barras igualadoras, eslingas que trabajan en forma vertical (90°), con centro de gravedad uniforme o desplazado.



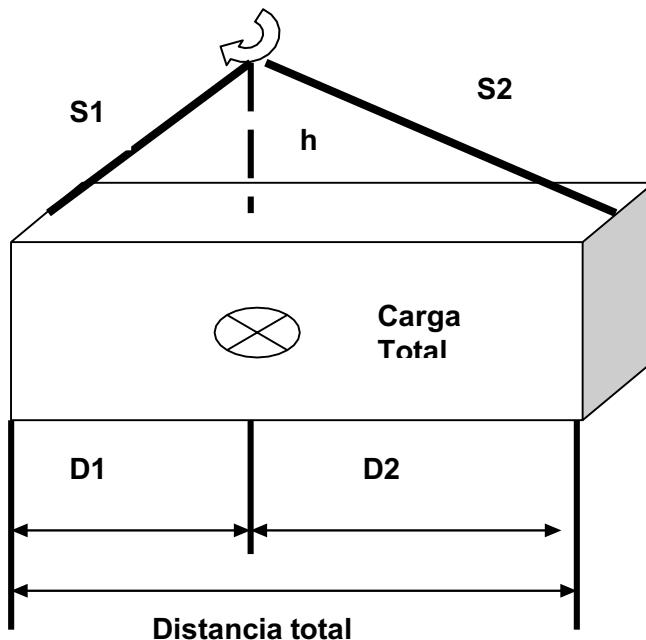
• Fórmulas

$$\text{Eslinga 2} = \frac{\text{Carga total} \times \text{D1}}{\text{Distancia Total}}$$

$$\text{Eslinga 1} = \frac{\text{Carga total} \times \text{D2}}{\text{Distancia Total}}$$

Tensión 2

Para eslingas puestas en ángulos, diferente largo y centro de gravedad desplazado, para cargas simétricas o asimétricas.



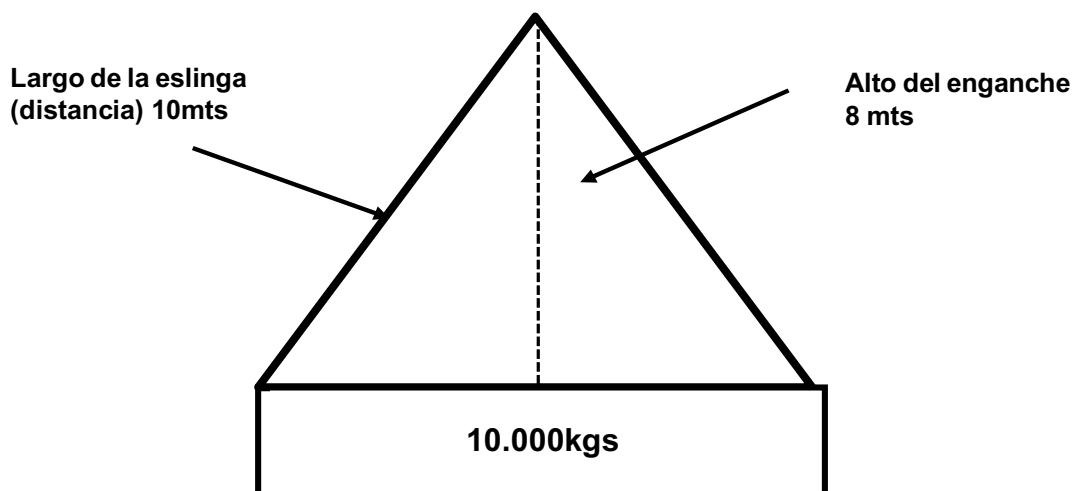
- **Fórmulas**

$$Ten1 = \frac{\text{Carga Total} \times D2 \times S1}{h \times \text{Distancia Total}}$$

$$Ten2 = \frac{\text{Carga Total} \times D1 \times S2}{h \times \text{Distancia Total}}$$

Tensión 3

Para eslingas de igual largo, en ángulos, centro de gravedad uniforme y carga sim



TENSIÓN ESLINGA

- **Fórmulas** $\frac{L}{H} = \text{factor} < \times \frac{1}{2} \text{ carga}$ Factor $< = S / h$

→Cálculos Básicos para Obtener Porcentaje de Izaje

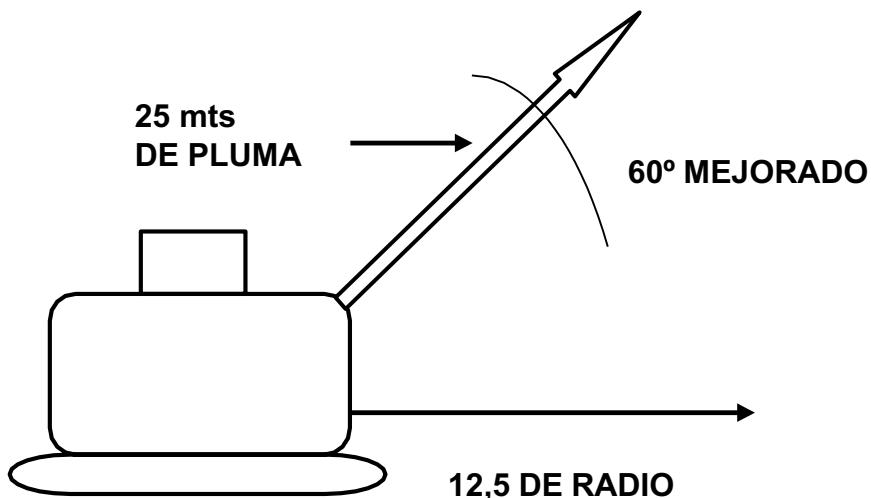
Para obtener porcentaje de la maniobra se debe dividir el peso de la carga por la capacidad de maniobra.

Ejemplo:

Peso de la carga = 4,05 dividido capacidad maniobra 12,08 = 33,05 de porcentaje de maniobra.

Obtenemos un = 33,05

- **COMO SACAR RADIO CON ANGULO MEJORADO**



Ejemplo:

25 mts de pluma por el ángulo y nos da el radio, depende el ángulo si es mayor o menor.

Ejemplo:

$$25 \times \cos 60^\circ = 12,5$$

$$25 \times \cos 50^\circ = 16,0$$

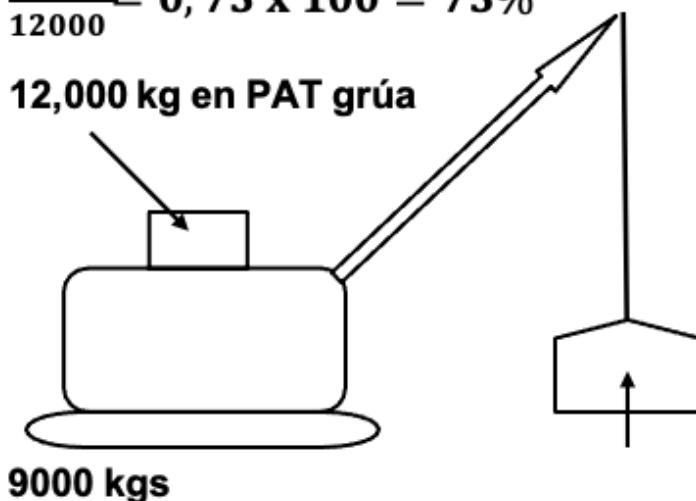
$$25 \times \cos 45^\circ = 17,67$$

→Sacar Porcentaje a Levantar

Obtener el peso de la carga a levantar 9000 kg y lo dividimos por el peso que me figura en el PAT de la grúa 12,000 kg y los multiplicamos por 100 y nos da como resultado el porcentaje a levantar que sería del 75%.

$$\frac{9000}{12000} = 0,75 \times 100 = 75\%$$

12,000 kg en PAT grúa



→Levante de Carga

Los Operadores frecuentemente levantan, mueven y acceden a equipos ubicados en lugares difíciles de alcanzar. Ellos deben entender el aparato requerido y estar atentos a la forma **de usarlo de manera segura** y de hacerle una mantención adecuada.

• Cables y cadenas

Se usan muchos métodos para elevar y mover equipos y maquinaria. Van desde eslingas sintéticas, cadenas, eslingas de cable, con un gancho en un extremo hasta cables de acero en grandes grúas. Esta sección analiza el uso de varios cables y cadenas.

• Cable

El medio de elevación más común es el cable de acero. Se adapta mejor que las cuerdas naturales y sintéticas para el traslado y transmisión. Es más fuerte y (a diferencia de las cadenas) da una buena advertencia de fallas cuando está defectuoso. Inspeccione un cable de acero antes de usar para verificar que sea seguro.

→ Construcción de Cables de Acero

El cable de acero consiste en **alambres** de pequeño diámetro alrededor de un pequeño **núcleo** para crear una hebra (torón). Las **hebras (torón)** (seis, normalmente) se ubican alrededor de un núcleo de acero o fibra para crear un cable.

Los criterios para el uso de cable de acero son:

- **Resistencia al aplastamiento**

- El cable de núcleo de acero resiste el aplastamiento mejor que el núcleo de fibra.

- **Resistencia a la abrasión**

- Los alambres de grandes diámetros en la capa exterior o de contacto tienen mejor resistencia a la abrasión que los alambres pequeños.

- **Flexibilidad**

- Mientras más alambres en la hebra (torón), más flexible será el cable.
- Mientras más hebras(torón) , más flexible será el cable.

- **Resistencia**

- el cable con núcleo de acero es más fuerte que con núcleo de fibra.
- **Para un cable de un diámetro dado, mientras menos alambres en el cable, mayor la resistencia.**

- **Trama**

- Los cables con trama hacia la derecha son el tipo más usado.
- Los cables con trama hacia la izquierda se usan para aplicaciones especiales.

Lay o paso del torón

Es la vuelta que da el torón alrededor del núcleo, sirve para contar la cantidad de alambres cortados o quebrados en un paso, si este tiene más del 10% de los alambres rotos queda fuera de estándar.



Ambiente

- el cable galvanizado se debe usar en aplicaciones con agua salada.
- Se debe usar cable de acero inoxidable en un ambiente corrosivo y ácido.

• Grados

La resistencia a ruptura o carga de ruptura del cable es la fuerza que se requiere para romperlo. Los grados de cable usados en huinches va del grado de tracción, con una carga de ruptura de 80 a 90 toneladas por pulgada cuadrada de material de cable, hasta el grado especial de ranuración mejorada, con una carga de ruptura de 120 a 130 toneladas por pulgada cuadrada. El grado de calidad de ruptura mejorada, con una carga de ruptura de 110 a 120 toneladas por pulgada cuadrada, es el grado más usado en el trabajo de mantención.

• Núcleos

Un núcleo se incorpora a un cable para apoyar las hebras y mantener su forma básica.

• Núcleos de fibra

(FC) generalmente se hacen de cáñamo, pero se pueden hacer de polipropileno u otro material sintético para cables si va a estar expuesto a la intemperie. A pedido, los fabricantes pueden proveer cables con un núcleo de fibra impregnada de aceite para auto-lubricar los alambres internos.

• Núcleos de cable

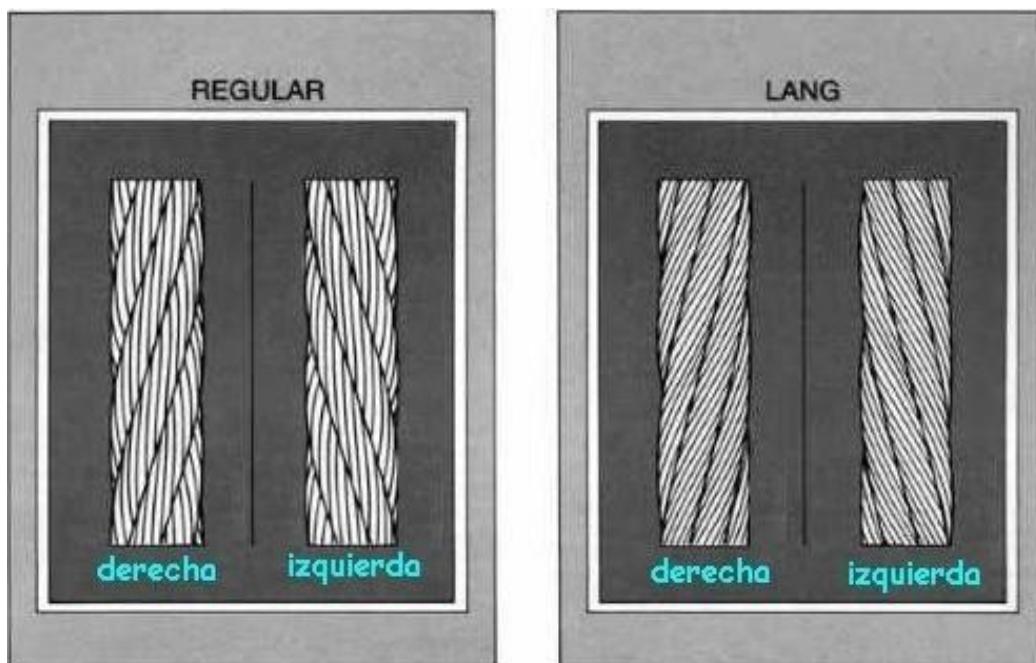
De acero independientes (IWRC) o núcleos de cable de acero(WRC) se usan cuando el cable está sometido a repentinhas cargas pesadas, aplastamiento o calor. En cables de pequeño diámetro, el cable es reemplazado por un núcleo de hebra.

• Los núcleos de hebra

Usan otra hebra del cable como núcleo.

- **Trama**

Trama se refiere a la dirección en que se tuercen juntas las hebras (torones) de un cable. El término longitud de hebra se refiere a la distancia a lo largo del cable en que una hebra hace una vuelta.



➤ **Diferentes tramas de cable**

- **La trama normal a la derecha** es el cable más común. Esta consiste en un número de alambres torcidos hacia la izquierda alrededor de un pequeño núcleo para formar cada una de las seis hebras (torón). Estas hebras luego se tuercen hacia la derecha alrededor del núcleo principal para formar el cable final. Los cables de seis hebras (**torón**) son los más comunes.
- **La trama normal hacia la izquierda** consiste en alambres torcidos hacia la derecha en las hebras, y las hebras luego se tuercen hacia la izquierda para formar el cable.
- **La trama lang (o trama de Lang)** tiene los alambres y las hebras (torón) torcidos en la misma dirección. El diseño del núcleo es el mismo que aquel de la trama normal.

➤ **Las ventajas de la trama lang son las siguientes:**

- es más flexible que la trama normal
- tiene más área en contacto con los carretes de tambor o huinches, alargando así su duración

➤ **Las desventajas de la trama lang son las siguientes:**

- ambos extremos deben sujetarse permanentemente para evitar su desbobinado
- no se debe usar con un elevador de una pieza
- no se debe usar con eslabón giratorio
- no se puede usar para eslingas
- no resiste el aplastamiento

→ **Cables de acero pre-formados**

Los cables de acero pre-formados tienen el torcido o helicoidal fijado en cada alambre y hebra para eliminar tensión interna. Los cables pre-formados no salen despedidos al aire al cortarse. Se pueden amarrar sin apriete (sujeción); cuando se rompen los alambres, permanecen en su posición en el cable.

