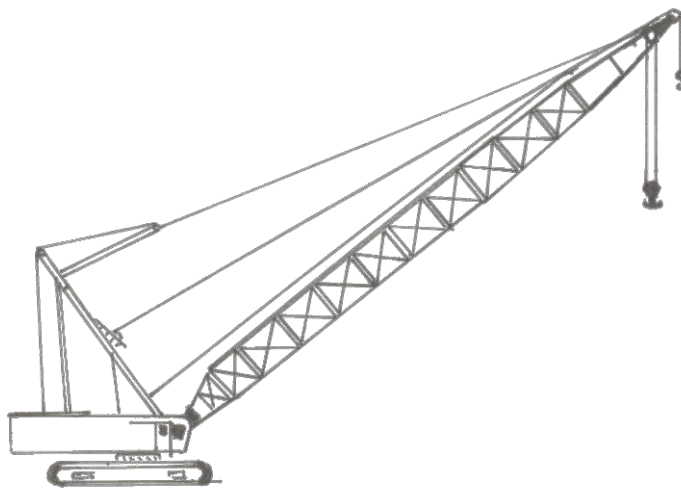


# Manual Básico Del Rigger



**Realizado por:**     **Aldo Michel Escobar Astudillo**  
**Rigger**



# Índice

<b>ÍNDICE .....</b>	<b>2</b>
LEY 17.336 SOBRE PROPIEDAD INTELECTUAL .....	5
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>6</b>
<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>7</b>
<b>ALCANCES .....</b>	<b>7</b>
<b>CAPÍTULO I .....</b>	<b>8</b>
TIPOS DE GRÚA .....	8
TIPOS DE GANCHO.....	9
TIPOS DE POLEAS .....	10
ALGUNAS INTERROGANTES A RESOLVER .....	11
¿Cuándo un objeto tiene mejor o peor estabilidad?.....	11
¿Qué es estabilidad? .....	11
¿Cuándo un objeto o grúa se vuelca? .....	11
¿Qué es radio? .....	11
¿Qué es largo de pluma? .....	11
¿Qué es ángulo? .....	12
¿Por qué las grúas tienen sus estabilizadores más adelante que otros y como se equiparan las fuerzas? .....	12
¿Qué es rendimiento mecánico? .....	12
¿Qué es malacate? .....	12
¿En una grúa, cuál de los dos huínches tiene mayor rendimiento mecánico? .....	13
FÓRMULAS PARA SACAR RANGOS DE TRABAJO.....	14
Para sacar alturas de trabajos.....	14
Para sacar ángulo de trabajo:.....	15
Para sacar capacidad de levante de grilletes.....	16
¿Cuántas cualidades debe tener un grillete? Nómbrelas .....	16
Para sacar capacidad de levante de estrobos .....	17
Para sacar la diagonalidad .....	17
Para calcular una oreja de montaje.....	18
Para sacar piezas con grados. Escala 1 a 100.....	19
Para calcular una cañería en su peso específico .....	20
Para transformar de libras a kilos .....	21
Para transformar de pulgadas a milímetros .....	21
Para transformar de Pié a Metros .....	21
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>22</b>
FÓRMULA PARA CALCULAR ANGULOS DE MANIOBRAS .....	22
FORMULA PARA CALCULAR CAPACIDADES DE MANIOBRA SEGÚN SU ÁNGULO.....	23
FORMULA PARA CALCULAR RESISTENCIA DE CADENAS GRADO 8 .....	24
FORMULA PARA CALCULAR RESISTENCIA DE CADENA GRADO 10 .....	25
FORMULA PARA CALCULAR EL PESO DE UN DADO DE HORMIGON ARMADO.....	26
FORMULA PARA CALCULAR DADO DE HORMIGON CON UN VACIO EN SU INTERIOR .....	27
FORMULA PARA CALCULAR EL PESO DE UNA VIGA “H” .....	28
FORMULA PARA CALCULAR EL PESO DE UN CILINDRO MACIZO DE ACERO .....	29
FORMULA PARA CALCULAR UN CILINDRO DE BRONCE .....	30
FORMULA PARA CALCULAR UN PERFIL ANGULO .....	31
FORMULA PARA SACAR EL PESO DE UN DADO DE HORMIGON BAJO EL AGUA.....	32

<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>33</b>
NORMA DE CRITERIO DE RECHAZO DE UN ELEMENTO DE IZAJE.....	33
REGLAS BASICAS DE SEGURIDAD EN MANIOBRAS DE IZAJE.....	35
FÓRMULA PARA SACAR Tensión BASADOS EN LA MITAD DEL PESO Y C.G. AL CENTRO .....	36
FÓRMULA PARA SACAR Tensión BASADOS EN FACTOR MULTIPLICADOR Y C.G. AL CENTRO .....	37
FÓRMULA PARA SACAR Tensión BASADOS EN PESO Y ANGULO Y C.G. AL CENTRO.....	38
FÓRMULA PARA SACAR Tensión BASADOS EN COS. Y TANG DEL ANGULO Y C.G. AL CENTRO .....	39
FÓRMULA PARA SACAR TENSIONES CON C.G. DESPLAZADOS.....	40
FÓRMULA PARA SACAR TENCIONES CON C.G DESPLAZADOS BASADOS EN TENSION DE MOMENTO.....	42
FÓRMULA PARA CALCULAR TENSIONES EN 90° CON C.G AL CENTRO .....	44
FÓRMULA PARA CALCULAR TENSIONES EN 90° CON C.G DESPLAZADOS .....	45
EJEMPLO DE Tensión VERTICAL o A 90° CON C.G DESPLAZADO .....	46
FÓRMULA PARA CALCULAR UN TRIANGULO MACIZO DE ACERO .....	47
FÓRMULA PARA CALCULAR EL PESO DE UN CONO SEGÚN SU VOLUMEN.....	48
FÓRMULA PARA CALCULAR EL PESO DE UN A ESFERA.....	49
FÓRMULA PARA CALCULAR UN PESO EN CAIDA LIBRE .....	50
FÓRMULA PARA SACAR PRESIONES.....	51
NORMA PARA TALUDES .....	52
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>53</b>
FÓRMULA PARA SACAR CENTRO DE GRAVEDAD DE UNA PIEZA COMPUESTA.....	53
FÓRMULA PARA SACAR ALTURA, BASADOS EN FUNCIÓN TRIGONOMÉTRICA DEL ÁNGULO .....	54
FÓRMULA PARA SACAR EL LARGO DE MANIOBRA, SEGÚN EL ÁNGULO Y BASADOS EN FUNCIÓN TRIGONOMÉTRICA .....	55
FÓRMULA PARA SACAR EL ÁNGULO, BASADOS EN FUNCIÓN TRIGONOMÉTRICA .....	56
FÓRMULA PARA SACAR RADIOS DE TRABAJO, BASADOS EN FUNCIÓN TRIGONOMÉTRICAS.....	57
FÓRMULA PARA SACAR ÁNGULO VERTICAL SEGÚN FUNCIÓN TRIGONOMÉTRICA .....	58
FÓRMULA PARA SACAR EL PESO DE UNA BARRA DE FIERRO DE CONSTRUCCIÓN .....	59
FÓRMULA PARA SACAR CAPACIDAD EN AHORCADO EN ESTROBOS.....	60
ESTROBO 3/4.....	60
ESTROBO 7/8.....	60
ESTROBO 1" 1/2.....	60
FÓRMULA PARA SACAR CAPACIDAD EN AHORCADO EN ESLINGAS.....	61
ESLINGA 2" x 2 CAPAS.....	61
ESLINGA 3" x 3 CAPAS.....	61
ESLINGA 4" x 4 CAPAS.....	61
FÓRMULA PARA CALCULAR UNA CAÑERÍA DE HDPE.....	62
FÓRMULA PARA CONVERTIR MTS/SEG. A KM/HR .....	63
PESO DE GRILLETES SEGÚN SU DIAMETRO .....	64
<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>65</b>
FÓRMULA PARA CALCULAR UNA MANIOBRA DE 4 PIERNAS, SEGÚN ÁNGULO DESEADO Y C.G. AL CENTRO .....	65
FÓRMULA PARA CALCULAR LARGO DE MANIOBRA DE 4 PIERNAS Y SU C.G. DESPLAZADO .....	67
FÓRMULA PARA CALCULAR LA CAPACIDAD DE UNA MANIOBRA AHORCADA.....	69
FÓRMULA PARA CALCULAR EL PUNTO DE CHOQUE DE UNA PIEZA CON RESPECTO A LA PLUMA .....	71
FÓRMULA PARA CALCULAR LA TENSION EN UN TAILING CON UNA ESTROBADA TOMADA ARRIBA Y ABAJO EN SUS EXTREMOS .....	72
FÓRMULA PARA CALCULAR LA TENSION EN UN TAILING .....	74
FÓRMULA PARA CALCULAR LA TENSION EN UN TAILING CON ESTROBADA INICIAL .....	

PAREJA.....	75
FÓRMULA PARA SACAR EL DIÁMETRO DE UN CILINDRO DE HORMIGÓN ARMADO .....	77
FÓRMULA PARA CALCULAR EL VIENTO PERMISIBLE SEGÚN PESO DE LA CARGA Y SU SUPERFICIE.....	78
FÓRMULA PARA CALCULAR PESO DE UNA PIRÁMIDE SÓLIDA DE ACERO.....	81
FÓRMULA PARA CALCULAR EL PESO DE UNA PIRÁMIDE VACIA DE ACERO. ....	82
FÓRMULA PARA CALCULAR EL PESO DE UN CONO SÓLIDO DE ACERO TERMINADO EN PUNTA.....	83
FÓRMULA PARA CALCULAR EL PESO DE UN CONO VACIO DE ACERO TERMINADO EN PUNTA.....	84
FÓRMULA PARA CALCULAR EL PESO DE UNA ESFERA VACÍA .....	85
FÓRMULA PARA CALCULAR PIEZAS EN FORMA DE TRIÁNGULO.....	86
FÓRMULA PARA CALCULAR EL PESO DE UN CABLE DE ACERO POR METRO LINEAL.....	87
<b>CAPÍTULO VI.....</b>	<b>88</b>
FÓRMULA PARA CALCULAR UN CG DE UNA PIEZA ASIMETRICA.....	88
FÓRMULA PARA CALCULAR TENSIONES DE UNA PIEZA ASIMETRICA.....	89
FÓRMULA PARA CALCULAR UNATENSIÓN EN UNA PIEZA CON GRADOS.....	90
FÓRMULA PARA CALCULAR LA TRACCI+ON AL CORTE DE UNA OREJA DE IZAJE.....	91
FÓRMULA PARA CALCULAR EL APLASTAMIENTO EN UNA OREJA DE IZAJE.....	92
FÓRMULA PARA CALCULAR LOS PERNOS DE UNA OREJA AL CORTE.....	93
FÓRMULA PARA CALCULAR LAS PRESIONES DE UNA ORUGA.....	94
F+ORMULA PARA CALCULAR VOLUMEN Y PESO DE LA SIGUIENTE FIGURA.....	95
FÓRMULA PARA CALCULAR EL CG DE LA SIGUIENTE FIGURA.....	96
FÓRMULA PARA CALCULAR EL PESO, TENSIÓN, ANGULO DE TRABAJO Y CG.....	97
FÓRMULA PARA CALCULAR CG DE LA SIGUIENTE FIGURA.....	100
FÓRMULA PARA CALCULAR CG DE LA SIGUIENTE FIGURA.....	101
FÓRMULA PARA CALCULAR VOLUMEN Y PESO DE LA SIGUIENTE FIGURA.....	103
FÓRMULA PARA CALCULAR CG Y LA TENSIÓN EN AMBAS ESLINGAS.....	104
FÓRMULA PARA CALCULAR VOLUMEN Y PESO DE LA SIGUIENTE FIGURA.....	107

## **LEY 17.336 SOBRE PROPIEDAD INTELECTUAL**

**Obra inscrita en el Registro de la Propiedad Intelectual: Derechos reservados, prohibida su reproducción total o parcial.**

Acorde con lo establecido por el artículo 17 de la **Ley N° 17.336**: "**Nadie podrá utilizar públicamente una obra del dominio privado sin haber obtenido la autorización expresa del titular del derecho de autor.**"

## **Introducción**

**D**esde el comienzo de la humanidad, el hombre ha buscado los métodos de poder simplificar su vida. Para esto ha estado en una constante búsqueda de facilitar su hacer cotidiano en pos de una mejora en la vida laboral de éste.

En un principio buscó métodos básicos que en el transcurso de la historia ha ido mejorando en el día a día. Estas mejoras lo han llevado a establecer métodos de trabajo ya probados. Eso garantiza un avance constante en su afán de mejorar los estándares de perfección y calidad en el área laboral del ser humano.

Hoy en día, contamos con el apoyo de nuestros antepasados y pioneros que dieron los primeros pasos en la búsqueda de mejorar y avanzar en la vida del hombre, alcanzando los logros ya vistos y utilizados por la humanidad.

Este manual ha sido elaborado en mis años de experiencia en el oficio como Rigger con la aspiración de mejorar continuamente el desempeño en el campo de trabajo, y paralelamente, con el deseo de compartir mis aprendizajes y logros con aquellos que se inician en este ámbito.



## **Objetivos**

**E**l objetivo es entregar los conocimientos que un Rigger debe saber, haciéndoles tomar conciencia que nuestra responsabilidad es importante para alcanzar un trabajo de calidad y excelencia.

No debemos olvidar que de nuestros cálculos depende que una maniobra sea limpia y bien ejecutada, tampoco perderemos de vista la importancia de cada pieza sin menospreciar su peso. Así, seremos personas mayormente capacitadas y entrenadas para entregar un servicio más competitivo, que a su vez se transforma en una mayor seguridad y confianza al cliente.

Nuestros estándares de calidad deben ser expuestos en el terreno, demostrando que el servicio entregado sea de total satisfacción del cliente, para ello nos apoyaremos en este manual, en pos de mejorar la calidad de nuestro servicio.

## **Alcances**

**A** todos aquellos que se interesen en expandir sus conocimientos básicos sobre maniobras y el trabajo con grúas. Así obtendremos una mayor capacidad de raciocinio y criterio al ejecutar trabajos de mayor envergadura y complejidad, tales como maniobras de alto tonelaje.

Los contenidos presentes en este manual entregarán herramientas adecuadas para poder optimizar el trabajo, aportando a sus conocimientos algo más que solo palabras o discursos que no nos edifican en nuestro andar laboral.

Sin duda queremos profesionalizar cada día nuestra labor, subiendo a una mejor competitividad en el mercado laboral.

A continuación, los contenidos de este manual...

---

## CAPÍTULO I

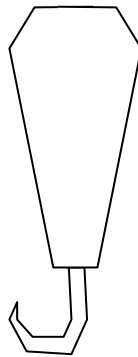
### **Tipos de Grúa**

1. **Grúas RT:** Grúa hidráulica todo terreno. Cuenta con la particularidad de trabajar sobre neumáticos y su ductibilidad para terrenos estrechos.
2. **Grúas sobre camión:** Grúa hidráulica o estructural. Cuenta con suspensión incorporada, dependiendo del fabricante. De desplazamiento rápido. Estructura giratoria.
3. **Grúas de celosía:** Grúa hecha de tramos tejidos estructuralmente, lo cual nos da una mayor capacidad de levante.
4. **Grúa torre:** Grúa de tramos estructurales, con la diferencia que su pluma es fija horizontalmente.
5. **Grúa pedestal:** Grúa hidráulica que se caracteriza por ser fija en un lugar careciendo de desplazamiento.

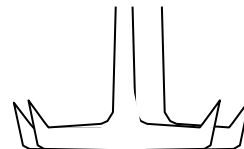
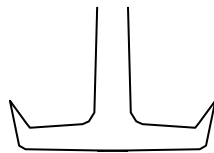


## Tipos de gancho

1. **Gancho simple:** Es aquel que se compone de un solo cuerno.

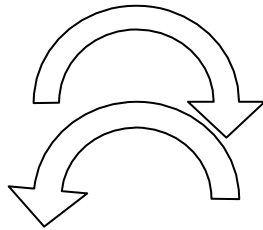


2. **Gancho ancla:** Es aquel que se compone de 2 o 4 cuernos.



## ***Tipos de poleas***

1. **Poleas Superiores** Son las que están en el cabezal de la punta y tienen 2 movimientos de rotación, adelante y atrás.



2. **Poleas Inferiores** Son aquellas que están instaladas en el gancho y tienen 3 movimientos adelante, atrás y de traslación.

## **Algunas interrogantes a resolver:**

### **¿Cuándo un objeto tiene mejor o peor estabilidad?**

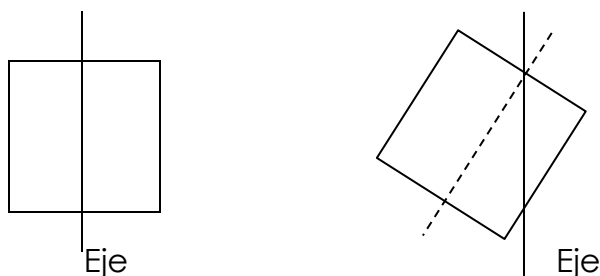
*Cuando el centro de gravedad está más cerca del piso.*

### **¿Qué es estabilidad?**

*Es la resistencia que oponen los cuerpos a ser volcados.*

### **¿Cuándo un objeto o grúa se vuelca?**

*Cuando la línea imaginaria que pasa verticalmente a través de la pieza cae fuera de su base.*



### **¿Qué es radio?**

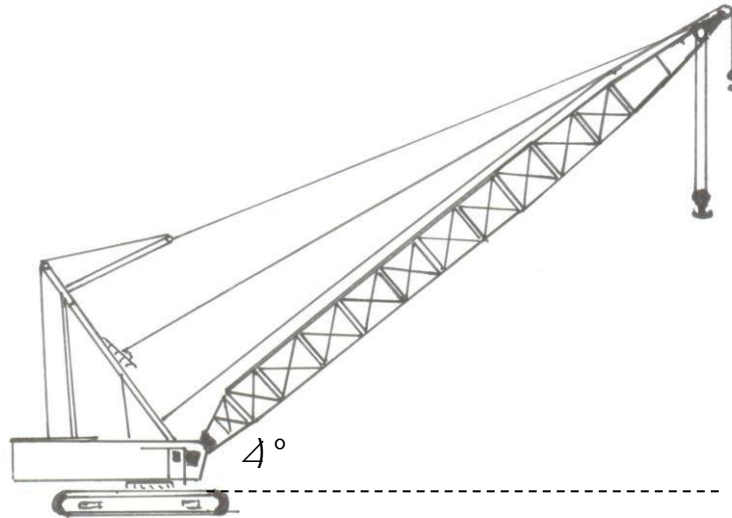
*Es la medida existente entre el eje de la tornamesa y el eje de pieza a montar.*

### **¿Qué es largo de pluma?**

*Es la medida existente desde el eje del pivote hasta el centro del eje de poleas superiores.*

## ¿Qué es ángulo?

Es la medida existente entre la horizontal de la grúa y la parte inferior de la pluma.



## ¿Por qué las grúas tienen sus estabilizadores más adelante que otros y como se equiparan las fuerzas?

Por fabricación que no pueden estar en líneas.  
Por el efecto de torque de los largueros y travesaños de la grúa, equiparando las fuerzas de suportación.

## ¿Qué es rendimiento mecánico?

Es el aumento de líneas o ramales entre varias poleas.

## ¿Qué es malacate?

Es el huinche de la grúa.

**¿En una grúa, cuál de los dos huinches tiene mayor rendimiento mecánico?**

*Los dos huinches son iguales, pero al agregarle líneas a cualquiera de los dos te dará mayor rendimiento mecánico.*

## FÓRMULAS PARA SACAR RANGOS DE TRABAJO

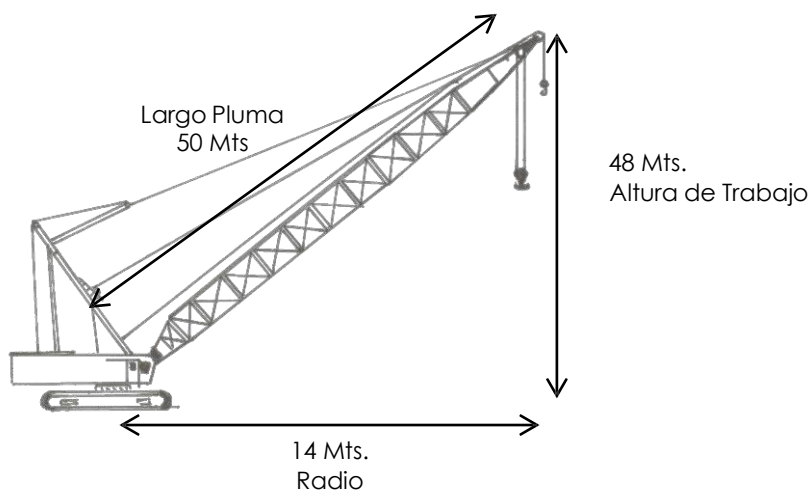
**Para sacar alturas de trabajos:**

$$\sqrt{(\text{Largo de Pluma}^2 - \text{Radio}^2)} = \text{Altura de Trabajo}$$

Ejemplo:

$$\sqrt{(50^2 - 14^2)} = 48 \text{ Mts.}$$

- ⊕ Se debe considerar que esta altura es sacada a la altura de la tornamesa, quedando una altura a favor desde piso a la tornamesa.



## Para sacar ángulo de trabajo:

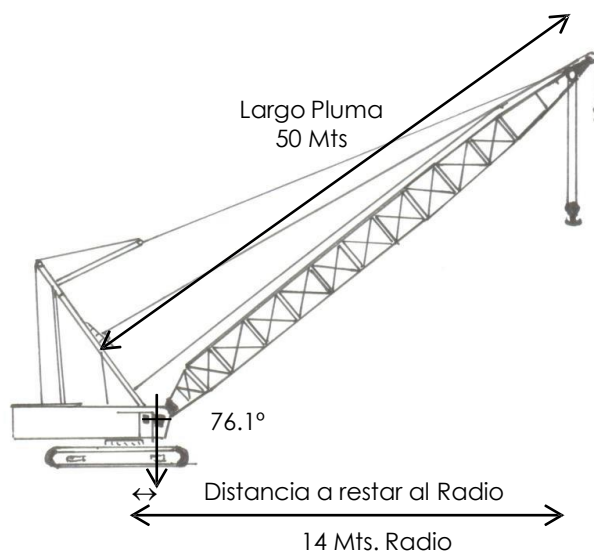
$$\text{Radio} \div \text{Largo Pluma} = X \text{ SHIFT, } \text{COS}^{-1} = \angle^{\circ}$$

Ejemplo:

$$14 \div 50 = 0.28 \text{ SHIFT, } \text{COS}^{-1} = 73.7^{\circ}$$

$$12 \div 50 = 0.24 \text{ SHIFT, } \text{COS}^{-1} = 76.1^{\circ}$$

- ⊕ En esta fórmula deberemos agregar o restar al radio según sea el tipo de grúa, debido a que las grúas hidráulicas la pluma nace atrás del eje de la tornamesa y en las grúas de celosía o estructurales la pluma nace delante del eje de tornamesa, por lo tanto, la distancia del eje de tornamesa a eje de pivote de la pluma será la que agreguemos o restemos al radio.



## Para sacar capacidad de levante de grilletes

Diámetro X Diámetro X Constante

Ejemplo:

$$7/8 \times 7/8 \times 8.5 = 6507 \text{ Kg.}$$

7/8 → 6500 Kg. Capacidad por tabla de carga

- ⊕ Estos resultados serán aproximados a la capacidad nominal del grillete, lo cual nos permitirá tener una relación de su capacidad.

En los grilletes sobre 1" tendremos una variación considerable sobre su capacidad real de levante.

## ¿Cuántas cualidades debe tener un grillete? Nómbrelas.

1. **Límite de carga:** El grillete traerá impreso su capacidad límite de carga, la cual debe ser respetada, así este cumplirá su función para la cual fue diseñado.
2. **Ductibilidad:** El grillete debe tener la capacidad de poder sufrir estiramiento sin llegar al punto de ruptura.
3. **Dureza:** El grillete debe poseer la facultad de ser resistente al trabajo de tensión al cual será expuesto.
4. **Tracción a la fatiga:** El grillete deberá tener la particularidad de ser sometido a varios ciclos de trabajo antes que sufra abuso mecánico y cumpla su vida útil.



## Para sacar capacidad de levante de estrobos

Diámetro X Diámetro X Constante

Ejemplo:

$$7/8 \times 7/8 \times 9.72 = 7441 \text{ Kg.}$$

7/8 → 7440 Kg. Capacidad por tabla de carga

## Para sacar la diagonalidad

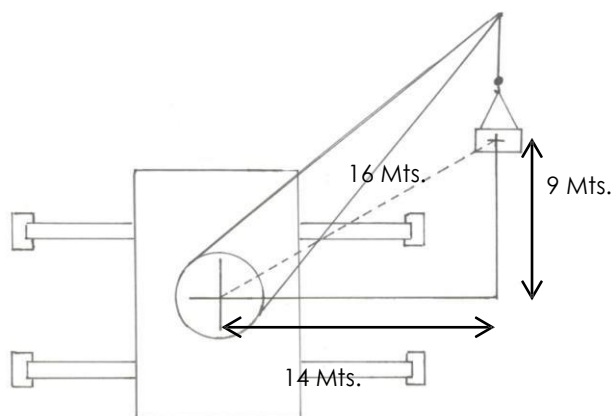
Ejemplo:

$$\sqrt{14^2 + 9^2} = 16.6 \text{ Mt.}$$

- ⊕ También podremos sacar esta diagonalidad de una manera más rápida usando la polaridad.

Ejemplo:

$$\text{Pol } (14,9) = 16.6 \text{ Mt.}$$



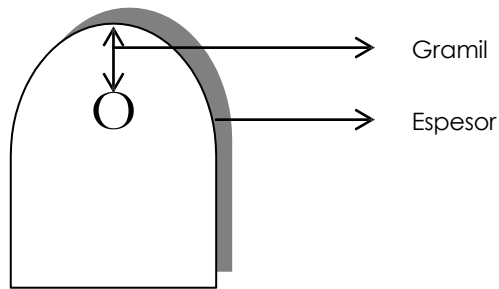
- ⊕ Esta fórmula nos permitirá sacar un radio exacto cuando este se vea dificultado por algún obstáculo, tales como un edificio, equipos, etc.

## Para calcular una oreja de montaje

Gramil X Espesor X Constante

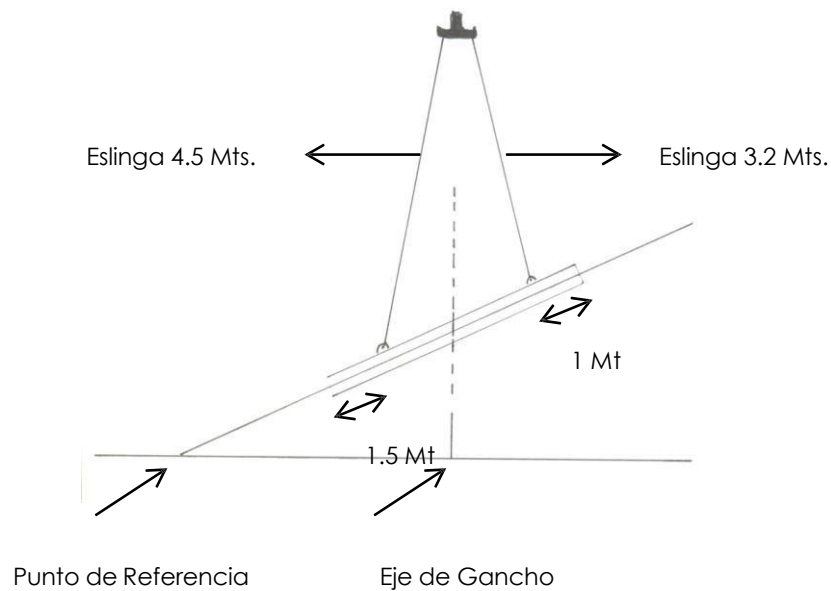
Ejemplo:

$$50 \times 8 \times 12.5 = 5000 \text{ Kg.}$$



- ⊕ Esta oreja resiste 5000 Kg. al 20% carga segura de trabajo por ende esta oreja resistiría la ruptura a los 25000 Kg.
- ⊕ No debemos olvidar que el de la perforación será 1/16 más que el pasador del grillete a usarse, de esta manera estaremos cumpliendo una de las normas internacionales para la fabricación de orejas.

## Para sacar piezas con grados. Escala 1 a 100



- ⊕ El largo de las eslingas será la que nos de los grados que necesitamos para el montaje de una pieza con grados. No olvidemos que en estas medidas debemos considerar el avance de los grilletes.
- ⊕ Esta fórmula está sujeta al correcto largo de cada eslinga.

### Para calcular una cañería en su peso específico



$$6 \times 25.4 = 152.4 \text{ Mm.}$$

$$\pi$$
$$152.4 \times 3.1416 = 478.7$$



$$\text{ALTO} \times \text{LARGO} \times \text{ESPESOR} \times \text{CONSTANTE}$$

$$478.7 \times 5000 \times 5 \times 7.85 = 93.9 \text{ Kg.}$$

- ⊕ Para calcular el peso de una cañería debemos transformar esta en una plancha. Para esta, ocuparemos  $\pi$ , así sacaremos el perímetro de la cañería y esto nos dará la medida de la cañería en su extensión.

## Para transformar de libras a kilos

Ejemplo:

186000 lb.

$$186000 \times 0.4536924 = 84.396 \text{ Kg.}$$

- ⊕ Para transformar de libras a kilos se recomienda trabajar con el exacto de ésta y no con aproximaciones, así obtendremos un valor más real y exacto de la pieza.

## Para transformar de pulgadas a milímetros

Ejemplo:

$$7/8 = 7 \div 8 = 0.875 \times 25.4 = 22.2 \text{ Mm.}$$

$$1 \frac{1}{4} = 5/4 = 5 \div 4 = 1.25 \times 25.4 = 31.75 \text{ Mm.}$$

- ⊕ En el ejercicio anterior, ejemplificamos cómo debemos fraccionar cantidades mayores a la pulgada, multiplicando el entero por el fraccionario inferior y luego sumando el superior.

## Para transformar de Pié a Metros

Ejemplo:

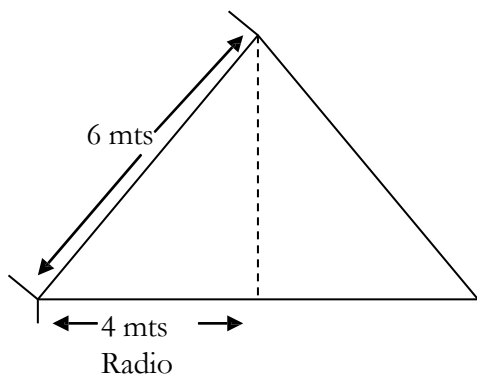
220 pie (ft)

$$220 \times 0.3048 = 67 \text{ Mts.}$$

- ⊕ Al igual que en la libra usaremos el exacto del pié, así nuestros valores no serán aproximados sino serán valores reales y exactos.

## CAPÍTULO II

### FÓRMULA PARA CALCULAR ANGULOS DE MANIOBRAS

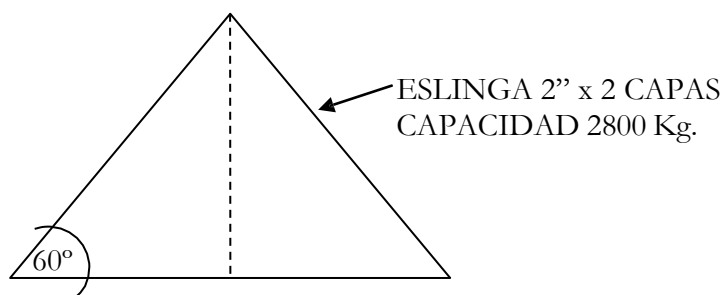


Radio  $\div$  Largo de maniobra = X    Shift Cos<sup>-1</sup> = 4°

4  $\div$  6 = 0.6    Shift Cos<sup>-1</sup> = 48.1°

**NOTA:** Siempre el número menor será dividido por el número mayor, así obtendremos un valor que nos lleve al 4° correcto.

## FÓRMULA PARA CALCULAR CAPACIDADES DE MANIOBRA SEGÚN SU ÁNGULO



**Nota:** Teniendo el ángulo sacado, resolveremos su capacidad, tomando en cuenta el tipo de eslinga o estrobo y su resistencia axial, así multiplicarán por el par de eslinga y el seno del ángulo sacado

EJ.

$$2800 \times 2 \times \sin 60^\circ = 4.8 \text{ Ton.}$$

Si revisamos la tabla de capacidades, nos daremos cuenta que el resultado o valor de capacidad es el mismo que aparece en tabla, siendo una fórmula confiable para el cálculo de capacidades.

## **FÓRMULA PARA CALCULAR RESISTENCIA DE CADENAS GRADO 8**

La fórmula es la siguiente:

$(\text{Diámetro (mm)} \div 26)^2 \times \text{Constante} = \text{Capacidad de cadena en axial}$

EJ.

$(10 \div 26)^2 \times 21700 = 3210 \text{ Kg.}$

Valor por tabla de carga = 3220 Kg.

**Nota:** Esta fórmula, les dará un referente para calcular su capacidad axial, de esta manera podrán tener una aproximación a su capacidad real de trabajo.



## **FÓRMULA PARA CALCULAR RESISTENCIA DE CADENA GRADO 10**

Al igual que en las cadenas grado 8, usaremos la misma fórmula para calcular las grado 10. La diferencia estará en la constante la cual será la siguiente:

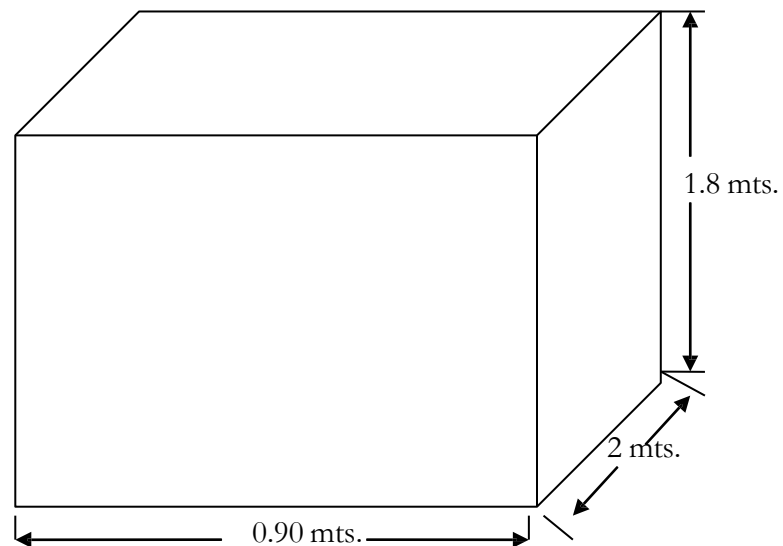
$$(\text{Diámetro (mm)} \div \text{Pulgada (mm)})^2 \times 27060 = \text{Cap. de cadena en axial}$$

EJ.

$$(10 \div 26)^2 \times 27060 = 4002 \text{ Kg.}$$

**Nota:** el valor o capacidad por tabla de esta cadena es 3992 Kg. Quedando una diferencia de 10 Kg., diferencia no mayor, dándonos nuevamente un resultado aproximado al real.

## **FÓRMULA PARA CALCULAR EL PESO DE UN DADO DE HORMIGON ARMADO**



Largo x Ancho x Alto x Peso Específico = Peso del dado

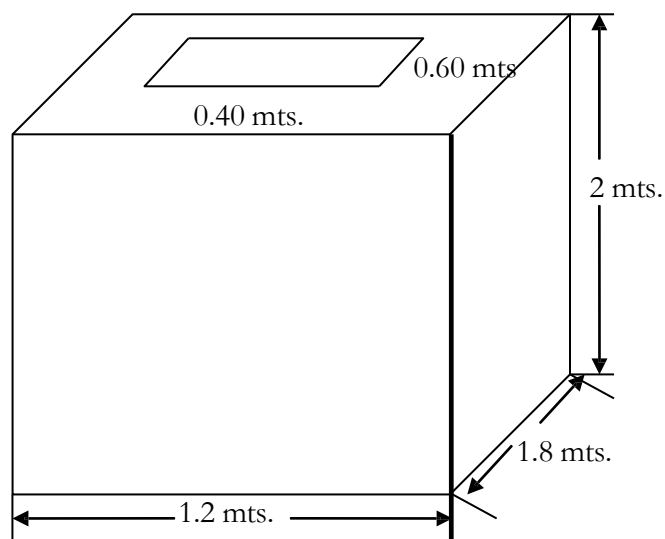
$$2 \times 0.90 \times 1.8 \times 2.4 = 7.7 \text{ Ton.}$$

**Nota:** El volumen de esta pieza será sacado según su Largo, Ancho, Alto.

EJ.

$$2 \times 0.90 \times 1.8 = 3.24 \text{ m}^3 \text{ este es el volumen del dado de hormigón}$$

## **FÓRMULA PARA CALCULAR DADO DE HORMIGÓN CON UN VACIO EN SU INTERIOR**



LARGO x ANCHO x ALTO = VOLUMEN DE LA PIEZA

$$1.8 \times 1.2 \times 2 = 4.32 \text{ m}^3 \quad \text{volumen exterior}$$

$$0.60 \times 0.40 \times 2 = 0.48 \text{ m}^3 \quad \text{volumen interior}$$

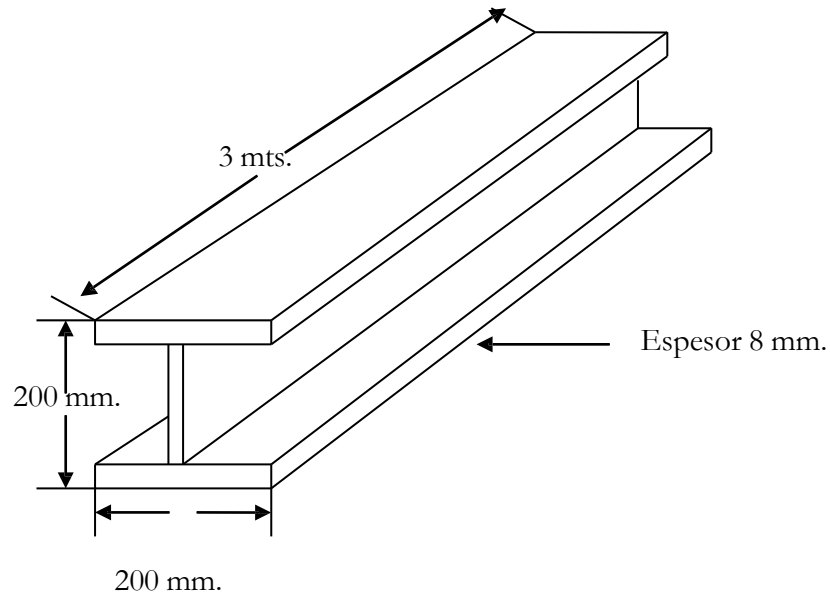
VOLUMEN EXTERIOR – VOLUMEN INTERIOR

$$4.32 - 0.48 = 3.84 \text{ m}^3$$

VOLUMEN x PESO ESPECIFICO

$$3.84 \times 2.4 = 9.2 \text{ Ton.}$$

## FÓRMULA PARA CALCULAR EL PESO DE UNA VIGA "H"



El espesor será de 8 mm. Para toda la viga. Para sacar este peso, desglosaremos la pieza, así vamos sumando los pesos obtenidos.

ANCHO x LARGO x ESPESOR x PESO ESPECIFICO

$$200 \times 3000 \times 8 \times 7.85 = 37.6 \text{ Kg.}$$

Este peso será multiplicado por 2 , ya que son 2 planchas de la misma medida , por ende tendrán el mismo peso

$$37.6 \times 2 = 75.2 \text{ Kg.}$$

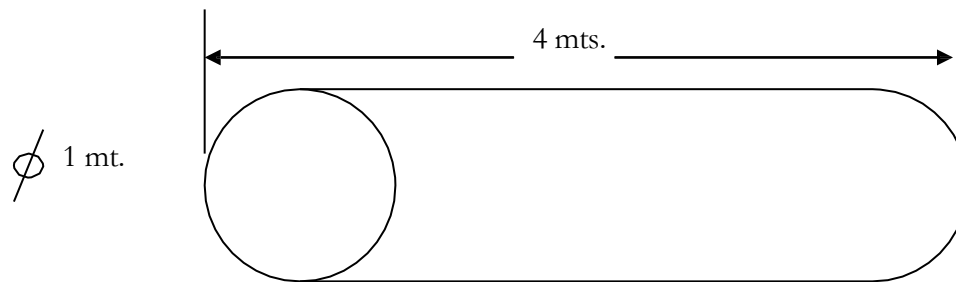
PLANCHA INTERIOR O ALMA DE LA VIGA

$$184 \times 3000 \times 8 \times 7.85 = 34.6 \text{ Kg.}$$

$$34.6 + 75.2 = 109.8 \text{ Este es el peso total de la viga.}$$

**Nota:** También podríamos sumar todos los anchos de la viga y obtener un solo valor, así calcularíamos en un paso el peso de la viga. Además, el trabajar en milímetros se hace más práctico y más fácil de calcular.

## **FÓRMULA PARA CALCULAR EL PESO DE UN CILINDRO MACIZO DE ACERO**



$\text{Diametro}^2 \times \pi \times \text{Largo} \div 4 \times \text{Peso Especifico}$

$$1^2 \times \pi \times 4 \div 4 \times 7.85 = 24.6 \text{ Ton.}$$

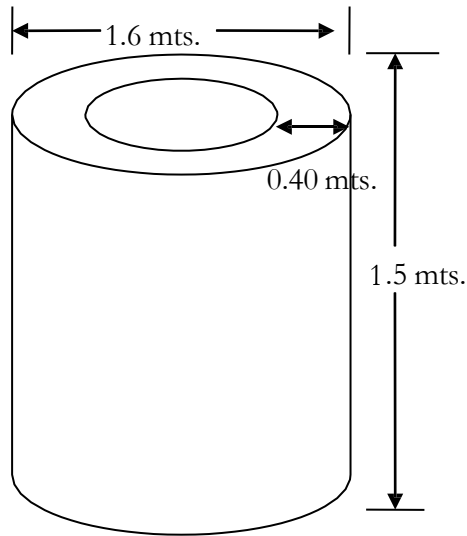
**Nota:** Podemos ratificar o corroborar el resultado ocupando el radio de la pieza.

EJ.

$\text{Radio}^2 \times \pi \times \text{Largo} \times \text{Peso Especifico}$

$$0.50^2 \times \pi \times 4 \times 7.85 = 24.6 \text{ Ton.}$$

## FORMULA PARA CALCULAR UN CILINDRO DE BRONCE



$\text{Diametro}^2 \times \pi \times \text{Largo} \div 4 = \text{Volumen exterior}$

$$1.6^2 \times \pi \times 1.5 \div 4 = 3.01 \text{ m}^3$$

$\text{Diametro}^2 \times \pi \times \text{Largo} \div 4 = \text{Volumen interior}$

$$0.40^2 \times \pi \times 1.5 \div 4 = 0.75 \text{ m}^3$$

$\text{VOLUMEN EXTERIOR} - \text{VOLUMEN INTERIOR}$

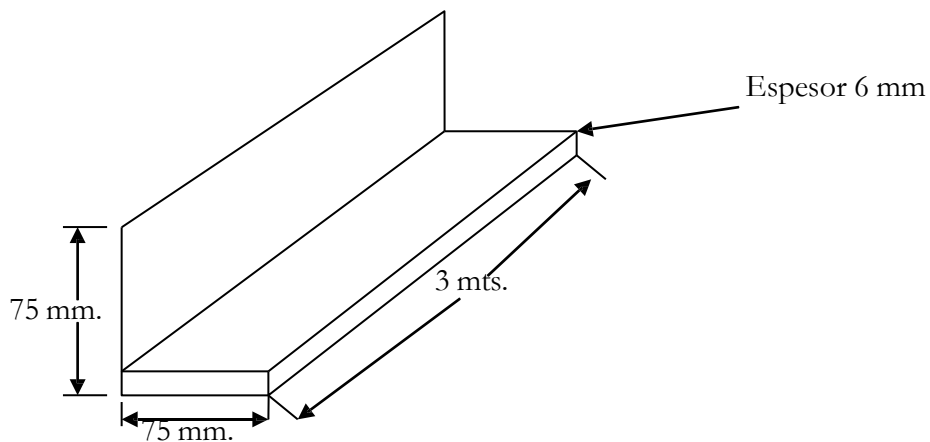
$$3.01 - 0.75 = 2.26 \text{ m}^3$$

$\text{VOLUMEN TOTAL} \times \text{PESO ESPECIFICO}$

$$2.26 \times 8.5 = 19.2 \text{ Ton.}$$

**Nota:** El cálculo de este peso fue sacado en base al diámetro de la pieza, pero también se podría sacar dando el peso de la pieza en cada volumen y luego restar el peso exterior al peso interior.

## FORMULA PARA CALCULAR UN PERFIL ANGULO



ALTO x LARGO x ESPESOR x PESO ESPECIFICO x 2

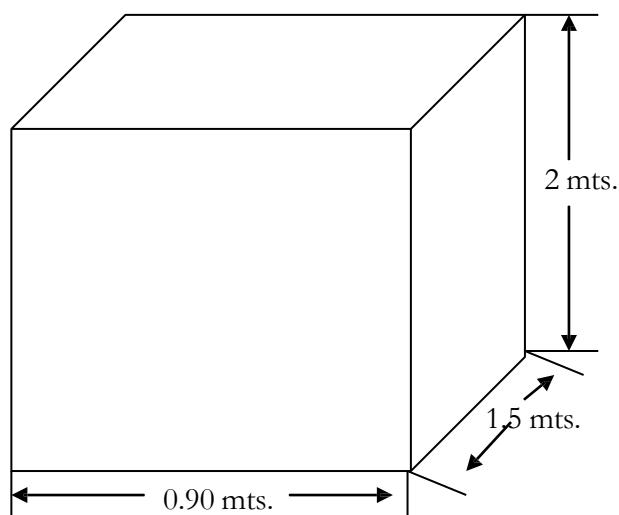
$$75 \times 3000 \times 6 \times 7.85 \times 2 = 21.1 \text{ Kg.}$$

**Nota:** También pueden calcular su peso estirando el ángulo a plancha, como lo veremos a continuación

ANCHO x LARGO x ESPESOR x PESO ESPECIFICO

$$150 \times 3000 \times 6 \times 7.85 = 21.1 \text{ Kg.}$$

## **FORMULA PARA SACAR EL PESO DE UN DADO DE HORMIGON BAJO EL AGUA**



LARGO x ANCHO x ALTO = VOLUMEN

$$1.5 \times 0.90 \times 2 = 2.7 \text{ m}^3$$

VOLUMEN x PESO ESPECIFICO = PESO DEL DADO DE HORMIGON

$$2.7 \times 2.4 = 6.4 \text{ Ton.}$$

PESO DEL DADO – (VOLUMEN x PESO ESPECIFICO DEL AGUA FRESCA)

$$6.4 - 2.7 \times 1.001 = 3.6 \text{ Ton.}$$

**Nota:** En principio la fórmula es la misma, la diferencia está en que al peso real del cubo o dado se restara a su volumen, multiplicando por el peso específico del agua ya sea agua de mar o agua fresca.



## **CAPÍTULO III**

### **NORMA DE CRITERIO DE RECHAZO DE UN ELEMENTO DE IZAJE**

#### **ASME B30.9 Eslingas**

Esta norma nos dará el criterio que debemos usar para dejar fuera de servicio un elemento que tenga daños en su estructura (sección 9-1.9 eslingas de cadena), esta condición es genérica para todo tipo de eslingas, también solicitara para que exista una persona designada que inspeccione todas las maniobras, según sea el elemento a utilizar, en terreno el rigger será la otra persona designada para inspeccionar dichos elementos y dejar un registro de ello.

Esta norma es clara en el retiro de elementos defectuosos, dando de baja inmediatamente si el elemento presenta daños visibles como, por ejemplo:

- Contaminada con grasas o aceite, los cuales serán agentes corrosivos del material con el cual están construidas las eslingas.
- Cortes en la superficie de algunas de las capas.
- Cortes en extremos de las capas.
- Deshilache por enganche en la superficie de la capa.
- Estiramiento por abuso mecánico o por sobre carga.
- Desgaste, fisuras, deformación, apertura de garganta de grilletes y ganchos.
- Salpicaduras de soldadura que quemen la tela perdiendo su capacidad de trabajo.
- Eslabones y accesorios de cadenas que no se muevan.
- Seguros en los ganchos que no se muevan o estén en mal estado.
- Hendiduras y corrosión severa en cables de acero.
- Cocas, jaula de pájaro, alambres rotos, quebraduras en cables de acero.
- Falta de identificación del fabricante, capacidades y tipos de enganche. (sección 9-2.7)

- 
- Abrasión, raspado severo y localizado.
  - Accesorios terminales que estén agrietados, deformes o gastados al punto que la resistencia de la eslinga este sustancialmente afectada.
  - Aplastamiento, retorcimiento o cualquier daño que se detecte en la estructura del cable.

Esta norma B30.9 incluye disposiciones que se aplican a la fabricación, acople, uso, inspección y mantenimiento de las eslingas que se utilicen para la elevación, utilizadas con los equipos descritos en los demás tomos de la norma B30, excepto según se limita en B30.12 y B30.23. Se abarcan eslingas fabricadas de cadena de acero de aleación, cables metálicos, mallas metálicas, cables de fibra sintética, amarre tejido sintético he hilados de fibra sintética en una cubierta protectora. Las eslingas fabricadas con otros materiales o hechas de manera distinta a las detalladas en este tomo se deberán utilizar solo en conformidad con las recomendaciones del fabricante o de una persona calificada. (sección 9-0.1 ámbito de aplicación).

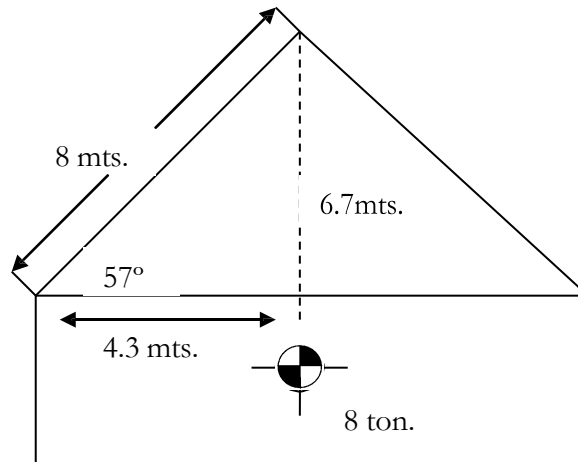
Como podemos notar esta norma nos ayuda bastante en terreno para ejecutar las tareas de operación, inspección y uso, que son necesarias para realizar un trabajo seguro y de calidad en terreno.

## **REGLAS BASICAS EN MANIOBRAS DE IZAJE**

Lo más importante en maniobras de izaje para mantener la seguridad es contar con una planificación adecuada con respecto a la carga que se va a levantar, teniendo en cuenta los elementos a utilizar, el personal idóneo y las medidas de seguridad necesarias para garantizar un levante seguro.

- Los elementos deben ser inspeccionados de manera acuciosa y dejar un registro de ello.
- El área de giro de la grúa debe estar debidamente delimitado para evitar accidentes.
- El personal debe tener el conocimiento y experiencia necesaria para ejecutar las tareas de izaje.
- Contar con persona responsables de los cálculos para aclarar dudas que pueda tener el operador.
- Rigger competente que en los puntos ciegos sepa guiar de manera eficaz al operador minimizando todo riesgo de colisión de la carga, que pueda provocar una eventual caída de la carga.
- Las señales internacionales de mano deben ser conocidas por todo el personal que se encuentre involucrado en las tareas de izaje.
- Ejecutar a cabalidad lo planificado para un izaje seguro.
- Prohibir ingreso a todo personal ajeno a la tarea de izaje.
- Contar con las mantenciones al día del equipo que se va a utilizar en el izaje.
- Mantener distancia prudente de la carga, la cual será la que te permita reaccionar ante una eventual caída de la carga.
- Verificar el estado del terreno mediante un estudio de la densidad del suelo.

## FÓRMULA PARA SACAR TENSIÓN BASADOS EN LA MITAD DEL PESO Y C.G. AL CENTRO



Largo de maniobra x Cos. Del ángulo = Radio de maniobra

$$8 \times \cos. 57^\circ = 4.3 \text{ mts.}$$

$$\sqrt{(\text{Largo m}^2 - \text{Radio}^2)} = \text{Altura de maniobra.}$$

$$\sqrt{(8^2 - 4.3^2)} = 6.7 \text{ mts.}$$

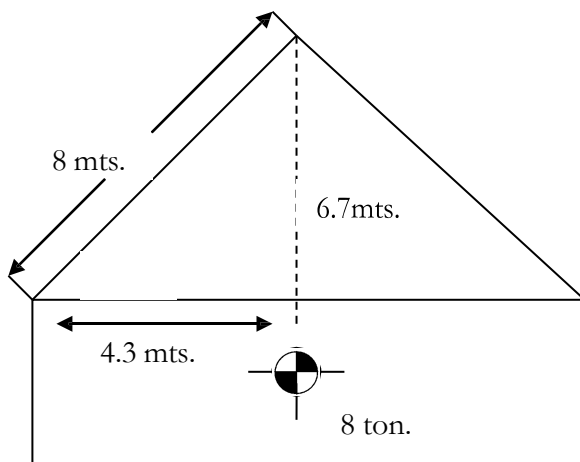
$$\text{Peso} \div 2 \times \text{L.m.} \div \text{H} = \text{Tensión}$$

$$8 \div 2 \times 8 \div 6.7 = 4.776 \text{ Kg.}$$

### Nota:

En esta fórmula, debemos sacar la altura de la maniobra y cuando solo tenemos el largo de maniobra y el ángulo, igual podemos calcular el radio de la maniobra, de la manera en que se muestra en el ejercicio, así con algunos valores pueden calcular la información o valores faltantes.

## FÓRMULA PARA SACAR TENSIÓN BASADOS EN FACTOR MULTIPLICADOR Y C.G. AL CENTRO



Largo de maniobra ÷ Altura de maniobra = Factor multiplicador

$$8 \div 6.7 = 1.194$$

**La fórmula dice:**

Peso ÷ 2 x Factor multiplicador = Tensión

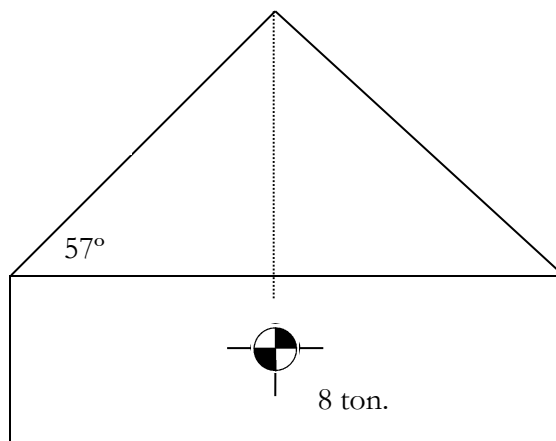
$$8 \div 2 \times 1.194 = 4.776 \text{ Kg.}$$

**Nota:**

Para sacar el F. m. dividiremos el largo de maniobra por la altura de esta, así obtendremos el factor.

El resultado de esta fórmula corrobora a la fórmula anterior.

## **FÓRMULA PARA SACAR TENSIÓN BASADOS EN PESO Y ANGULO Y C.G. AL CENTRO**



### **La fórmula dice:**

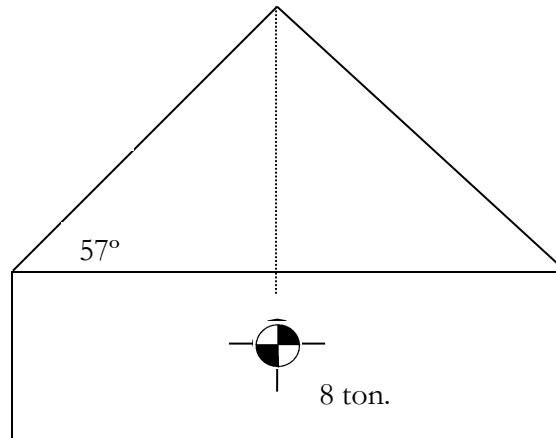
Peso  $\div 2 \div \text{Sen. Del ángulo} = \text{Tensión}$

$$8 \div 2 \div \text{sen. } 57^\circ = 4.769 \text{ Kg.}$$

### **Nota:**

Basados solo en peso y ángulo, obtendremos de igual manera la tensión de la maniobra, con la salvedad que esta fórmula dará una pequeña diferencia a las otras fórmulas de tensiones.

## **FÓRMULA PARA SACAR TENSIÓN BASADOS EN COS. Y TANG DEL ANGULO Y C.G. AL CENTRO**



**La fórmula dice:**

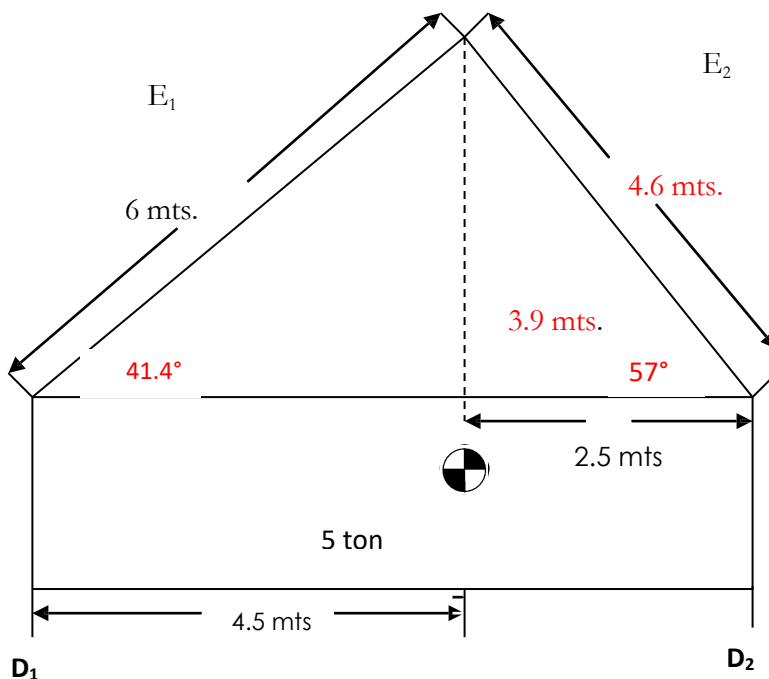
**Peso ÷ (Cos. x Tang del ángulo) ÷ 2 = tensión**

$$8 \div (\text{Cos } 57^\circ \times \text{Tang } 57^\circ) \div 2 = 4.769 \text{ Kg.}$$

### **Nota:**

Al igual que la fórmula anterior, el resultado es el mismo, dando una pequeña diferencia con las otras fórmulas, esto se debe a que estos dos ejercicios están basados en funciones de los ángulos, los cuales varían el resultado por un tema de decimales, los cuales afectan el resultado en kilos.

## FÓRMULA PARA SACAR TENSIONES CON C.G. DESPLAZADOS



Según los datos en color negro, comenzaremos a desarrollar el cálculo de los valores faltantes, para aplicar en su totalidad la fórmula para este tipo de tensión.

$$\sqrt{(L.m^2 - r^2)} = \text{Altura de maniobra}$$
$$\sqrt{(6^2 - 4.5^2)} = 3.9 \text{ mts.}$$

$$\sqrt{(H^2 + r^2)} = \text{Largo de maniobra}$$
$$\sqrt{(3.9^2 + 2.5^2)} = 4.6 \text{ mts}$$

Ahora aplicaremos las fórmulas para sacar los ángulos correspondientes a cada esquina

$$\text{Radio} \div \text{Largo maniobra} = X \text{ shift } \cos^{-1} = \text{Angulo}$$
$$4.5 \div 6 = 0.75 \text{ shift } \cos^{-1} = 41.4^\circ$$
$$2.5 \div 4.6 = 0.54 \text{ shift } \cos^{-1} = 57^\circ$$

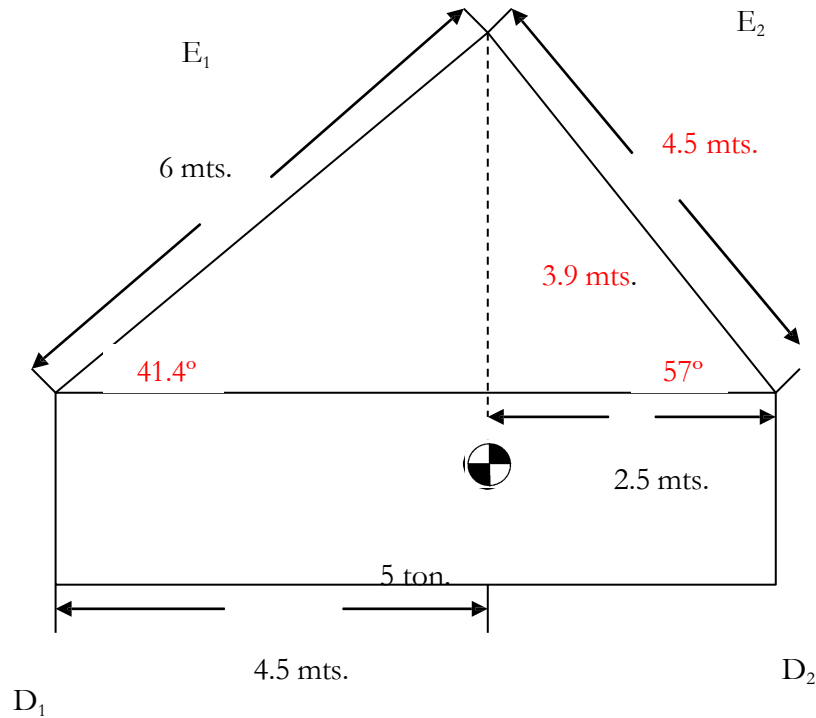


Sacados todos los valores necesarios para el cálculo de tensiones, procederemos a aplicar la fórmula para este tipo de tensión:

$$\text{Peso} \times D_1 \times E_2 \div H (D_1 + D_2) = \text{Tensión } E_2$$
$$5 \times 4.5 \times 4.6 \div 3.9 (4.5 + 2.5) = 3.791 \text{ Kg.} \quad \text{Tensión eslinga 2 (E}_2\text{)}$$

$$\text{Peso} \times D_2 \times E_1 \times \div H (D_1 + D_2) = \text{Tensión } E_1$$
$$5 \times 2.5 \times 6 \div 3.9 (4.5 + 2.5) = 2.747 \text{ Kg. Tensión eslinga 1 (E}_1\text{)}$$

## FÓRMULA PARA SACAR TENCIONES CON C.G DESPLAZADOS BASADOS EN TENSION DE MOMENTO



### Nota:

Teniendo todos los datos ya sacados y tensiones obtenidas según fórmula anterior, Ratificaremos las tensiones basados en esta fórmula, que es de mayor desarrollo, pero sirve para corroborar resultados.

Peso x D<sub>1</sub> ÷ Distancia Total = Tensión de momento  
5 x 4.5 ÷ 7 = 3.214 kg

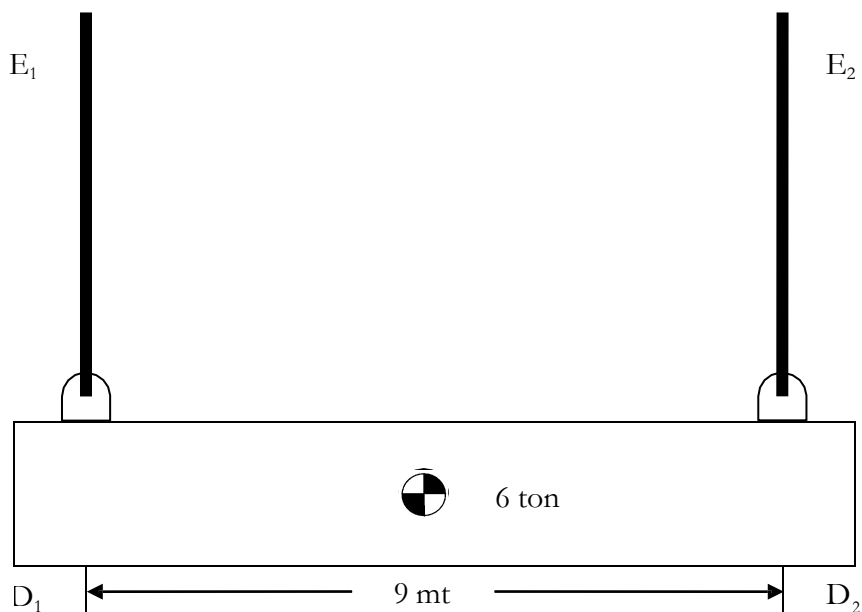
Tm x E<sub>2</sub> ÷ H = Tensión E<sub>2</sub>  
3.214 x 4.6 ÷ 3.9 = 3.791 Kg

Peso x D<sub>2</sub> ÷ Distancia Total = Tensión de momento  
5 x 2.5 ÷ 7 = 1.785 Kg

Tm x E<sub>1</sub> ÷ H = Tensión E<sub>1</sub>  
1.785 x 6 ÷ 3.9 = 2.746 Kg

Si se dan cuenta los resultados anteriores se ven ratificados por esta fórmula.

## FÓRMULA PARA CALCULAR TENSIONES EN 90° CON C.G AL CENTRO



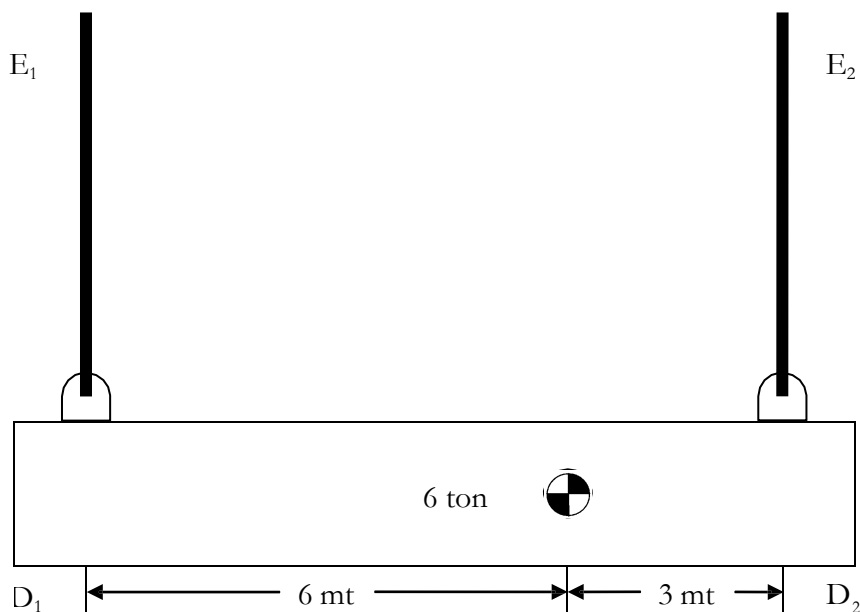
Peso x D<sub>1</sub> ÷ Distancia Total = Tensión Vertical

$$6 \times 4.5 \div 9 = 3 \text{ Ton}$$

### **Nota:**

La tensión sacada de un lado será similar a la del otro lado. Esta fórmula es simple y su cálculo se puede realizar por lógica. Todo peso al centro de su eje será dividido en dos, Así se comparten las tensiones

## **FÓRMULA PARA CALCULAR TENSIONES EN 90° CON C.G. DESPLAZADOS**



Peso x D<sub>1</sub> ÷ Distancia Total = Tensión E<sub>2</sub>

$$6 \times 6 \div 9 = 4 \text{ Ton.}$$

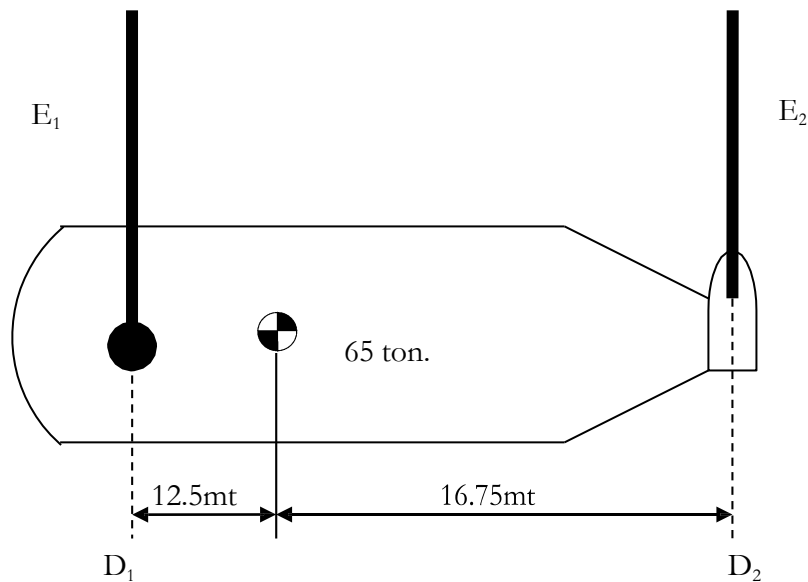
Peso x D<sub>2</sub> ÷ Distancia Total = Tensión E<sub>1</sub>

$$6 \times 3 \div 9 = 2 \text{ Ton.}$$

### **Nota:**

Siempre la eslinga o estrobo que esté más cerca del C.G. será la que se lleve la mayor tensión, Esto se debe a su cercanía al C.G.

## **EJEMPLO DE TENSIÓN VERTICAL o a 90° CON C.G. DESPLAZADO**



Peso x D<sub>1</sub> ÷ Distancia Total = Tensión E<sub>2</sub>

$$65 \times 12.5 \div 29.25 = 27.7 \text{ Ton.}$$

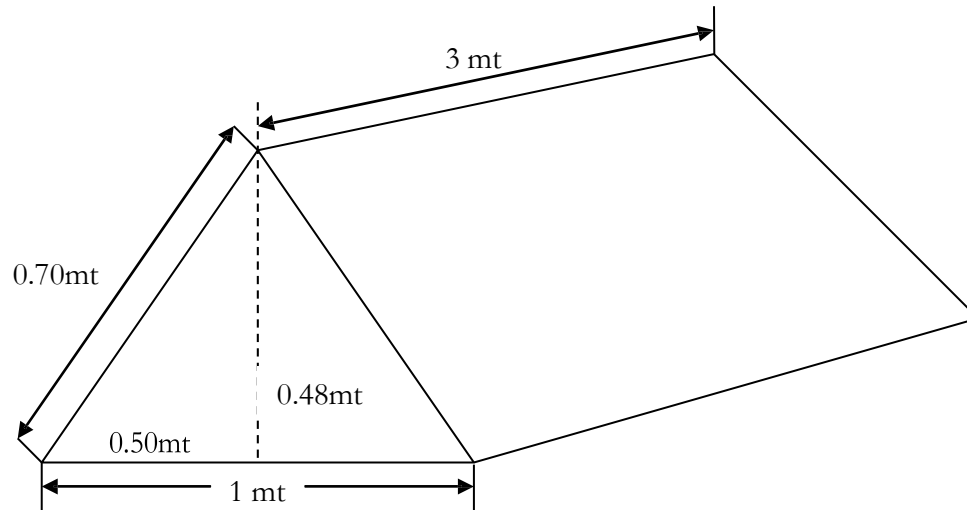
Peso x D<sub>2</sub> ÷ Distancia Total = Tensión E<sub>1</sub>

$$65 \times 16.75 \div 29.25 = 37.2 \text{ Ton.}$$

### **Nota:**

Si nos damos cuenta la fórmula es simple y fácil de aplicar, Es importante tener o sacar todos los datos para desarrollar la fórmula como corresponde.

## **FÓRMULA PARA CALCULAR UN TRIANGULO MACIZO DE ACERO**



$$\sqrt{(\text{Alto de Triangulo}^2 \div \text{Radio de Triangulo}^2)} = \text{Altura de Triangulo}$$

$$\sqrt{(0.70^2 - 0.50^2)} = 0.48 \text{ m.}$$

$$\text{Base} \times \text{Altura} \div 2 = \text{Área}$$

$$1 \times 0.48 \div 2 = 0.24 \text{ m}^2$$

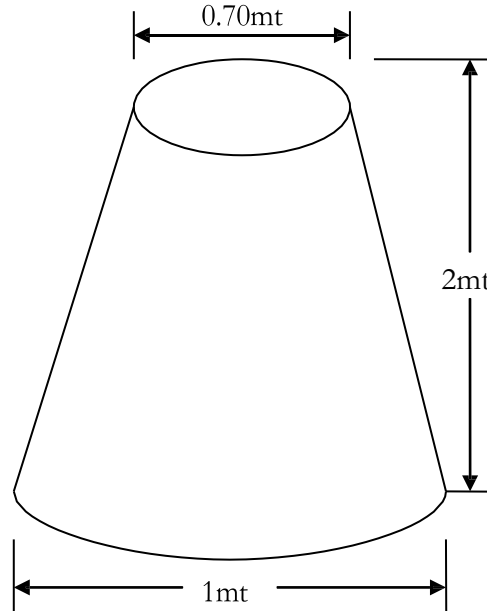
$$\text{Área} \times \text{Largo} \times \text{Peso Específico} = \text{Peso del Triangulo}$$

$$0.24 \times 3 \times 7.85 = 5.652 \text{ kg.}$$

### **Nota:**

Para sacar el área debemos calcular la altura del triángulo multiplicado por la base de este y dividiendo en dos. El peso será sacado en base a su volumen y multiplicado por peso específico.

## **FÓRMULA PARA CALCULAR EL PESO DE UN CONO SEGÚN SU VOLUMEN.**



**Altura ÷ 3 x  $\pi$  ÷ 4 x ( $D^2 + d^2 + D \times d$ ) = Volumen**

$$2 \div 3 \times \pi \div 4 \times (1^2 + 0.70^2 + 1 \times 0.70) = 0.703\text{m}^3$$

**Volumen x Peso Específico = Peso del Cono**

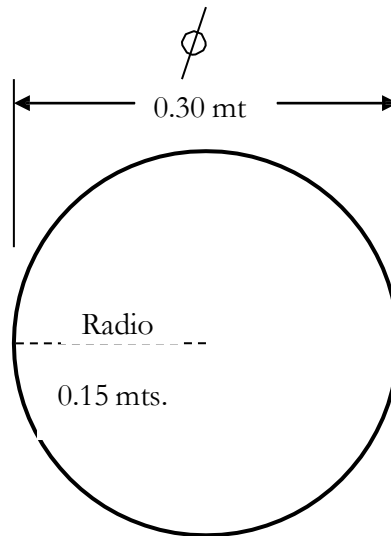
$$0.703 \times 7.85 = 5.518 \text{ kg.}$$

### **Nota:**

La fórmula refiere al volumen del cono, de esta manera calcularemos su peso multiplicando volumen por peso específico.



## FÓRMULA PARA CALCULAR EL PESO DE UN A ESFERA



$$\text{Área} = 4 \times \pi \times R^2$$

$$4 \times \pi \times 0.15^2 = 0.28 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen} = 4 \div 3 \times \pi \times 0.15^3 = 0.014 \text{ mts}^3$$

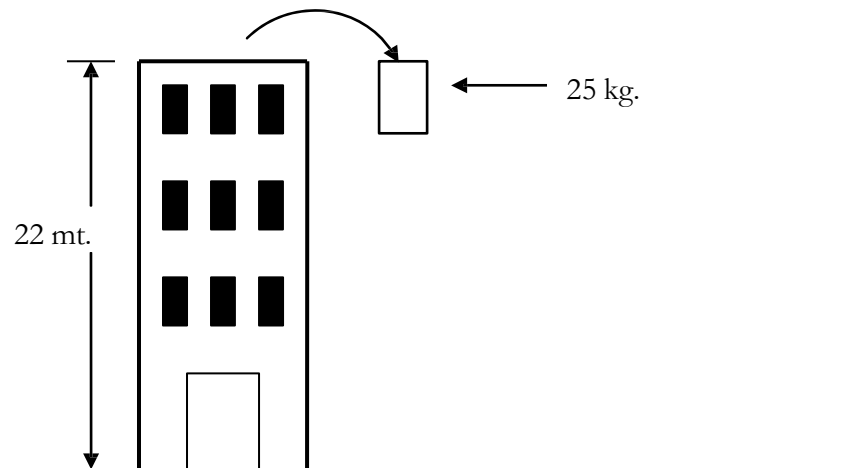
$$0.014 \times 7.85 = 109.9 \text{ kg.}$$

### Nota:

Comprobaremos este resultado con una fórmula simple que es la siguiente:

$$\text{Ø}^3 \times \pi \div 6 \times 7.85 = 110 \text{ kg.}$$

## **FÓRMULA PARA CALCULAR UN PESO EN CAIDA LIBRE**



Peso x altura x constante de fuerza de gravedad.

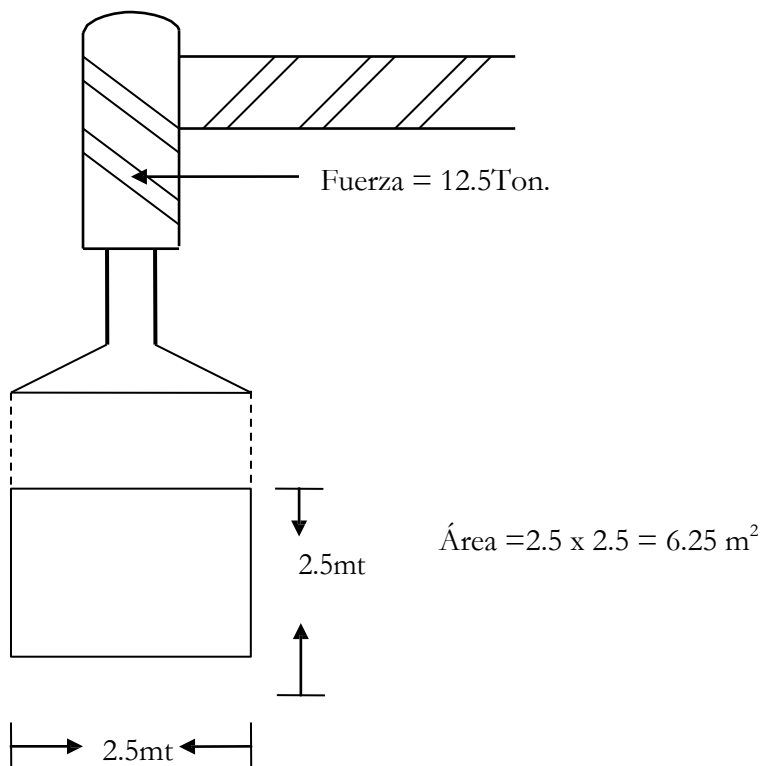
$$25 \times 22 \times 9.8 = 5.390 \text{ kg.}$$

### **Nota:**

Un peso en caída libre, será multiplicado por la altura de caída y la constante de gravedad, como resultado tendremos un peso significativo al tocar el suelo.

## FÓRMULA PARA SACAR PRESIONES

$$\text{Presión} = \frac{\text{Fuerza}}{\text{Área}}$$

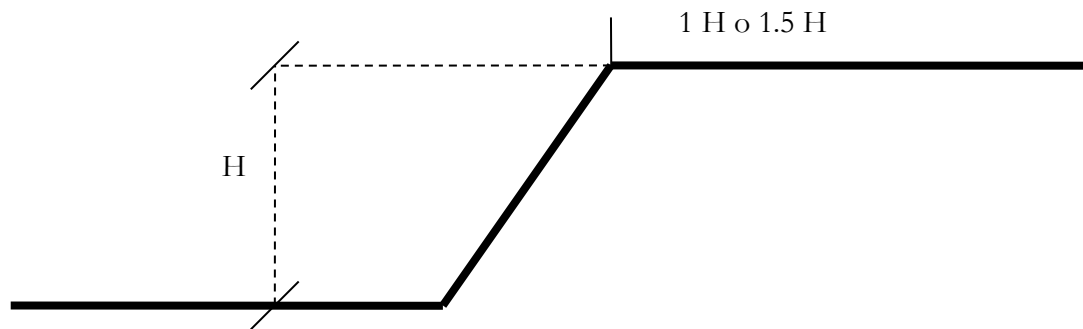


$$\text{Presión Actual} = 12.5 \div 6.25 = 2 \text{ Ton.}$$

### Nota:

La presión será calculada en base a la fuerza y el área, esto nos dará un margen para ver el tipo de almohadillas a usar. Como información anexa, siempre se dará que a mayor área menor presión y a menor área mayor presión.

## NORMA PARA TALUDES



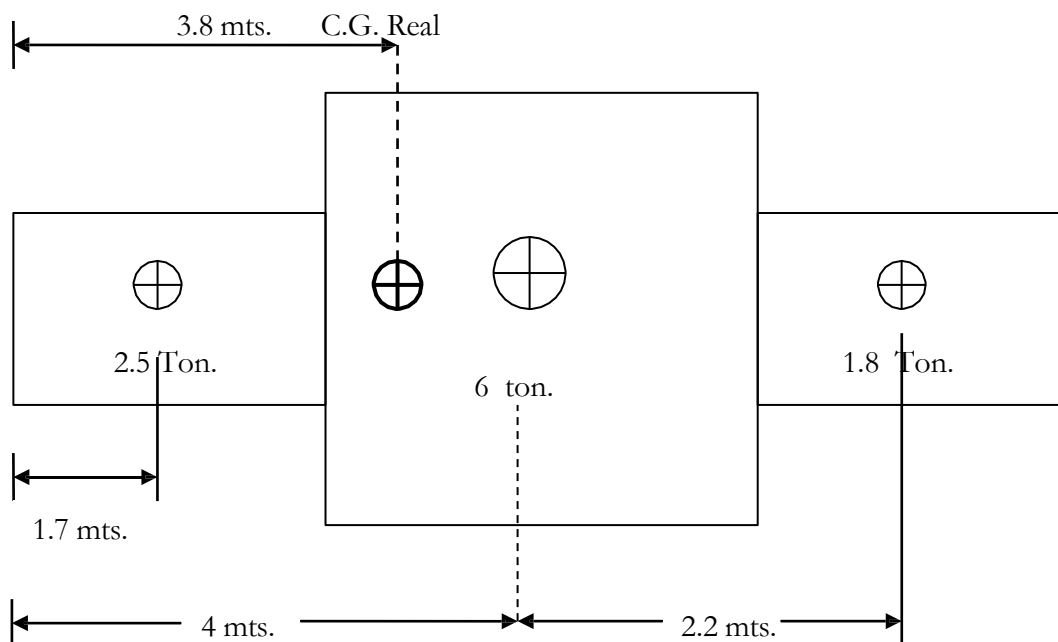
$H = \text{Altura}$

### Nota:

La norma dice que la altura del talud, es la medida a considerar para tomar distancia de la orilla de este. Hay casos en los que se debe tomar una mayor distancia, debido al estado del terreno, dato no menor a considerar para la instalación de una grúa.

## CAPÍTULO IV

### FÓRMULA PARA SACAR CENTRO DE GRAVEDAD DE UNA PIEZA COMPUESTA



DISTANCIA x PESO = VALOR X

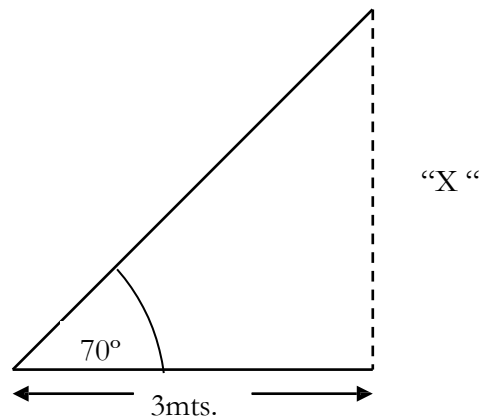
$$1.7 \times 2.5 = 4.2 \quad 4 \times 6 = 24 \quad 6.2 \times 1.8 = 11.1$$

SUMA DE VALORES ÷ PESO TOTAL = CENTRO DE GRAVEDAD

$$4.2 + 24 + 11.1 = 39.3 \div 10.3 = 3.8 \text{ mts.}$$

**NOTA:** Las distancias son tomadas desde un inicio ya sea izquierda o derecha, no olvidemos que los resultados serán sumados y luego divididos por el peso total de la pieza, obteniendo así el centro de gravedad real de la pieza.

## **FÓRMULA PARA SACAR ALTURA, BASADOS EN FUNCIÓN TRIGONOMÉTRICA DEL ÁNGULO**

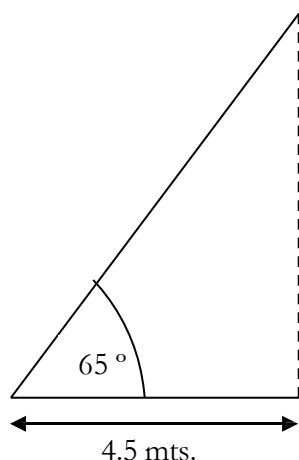


RADIO x TANG DEL ÁNGULO = ALTURA

$$3 \times \text{TANG } 70^\circ = 8.2 \text{ mts.}$$

**NOTA:** Nuevamente trabajaremos utilizando la tangente del ángulo y el radio, de esta forma obtendremos la altura de la maniobra.

## **FÓRMULA PARA SACAR EL LARGO DE MANIOBRA, SEGÚN EL ÁNGULO Y BASADOS EN FUNCIÓN TRIGONOMÉTRICA**

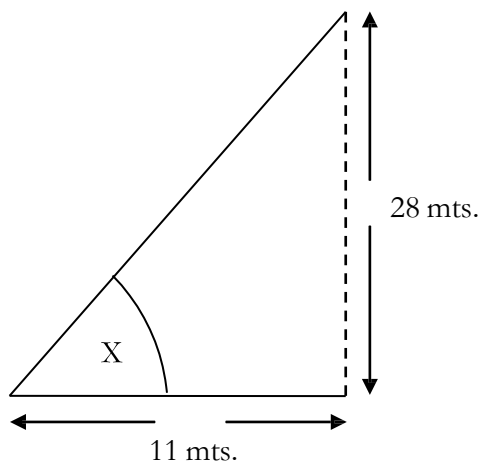


RADIO  $\div$  COS DEL ÁNGULO = LARGO DE MANIOBRA

$$4.5 \div \cos 65^\circ = 10.6 \text{ mts.}$$

**NOTA:** De esta manera, también, se puede utilizar para sacar un largo de pluma en una grúa, teniendo un radio y un ángulo de trabajo. De esta manera sacaremos el largo de pluma necesario para ejecutar el trabajo requerido.

## FÓRMULA PARA SACAR EL ÁNGULO, BASADOS EN FUNCIÓN TRIGONOMÉTRICA



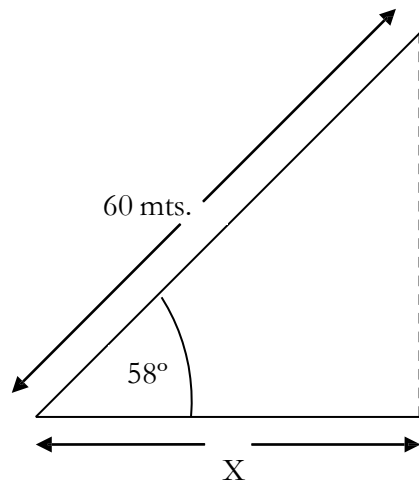
ALTURA ÷ RADIO = VALOR "X" SHIFT TANG -1 = ÁNGULO 28

÷ 11 = 2.54 SHIFT TANG -1 = 68.5°

**NOTA:** En esta fórmula sacaremos el ángulo trabajando con la tangente y no con el coseno, como normalmente lo hacemos, ya que los valores usados son de altura y radio.



## **FÓRMULA PARA SACAR RADIOS DE TRABAJO, BASADOS EN FUNCIÓN TRIGONOMÉTRICA**

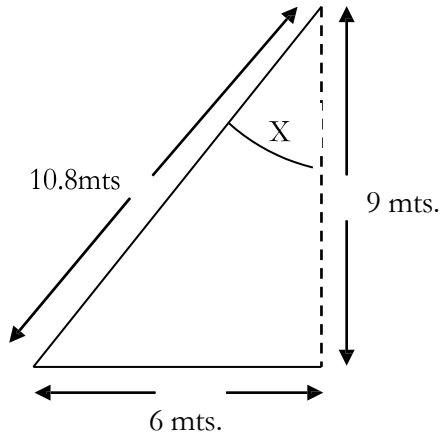


LARGO DE PLUMA x COS DEL ÁNGULO = RADIO

$$60 \times \cos 58^\circ = 31.7 \text{ mts.}$$

**NOTA:** Basados en estos dos valores, sacaremos el radio de trabajo, multiplicando el largo de pluma o largo de maniobra, según sea el caso, por el COS del ángulo.

## FÓRMULA PARA SACAR ÁNGULO VERTICAL SEGÚN FUNCIÓN TRIGONOMÉTRICA



RADIO ÷ ALTURA = X SHIT TANG-1 = ÁNGULO SUPERIOR O VERTICAL

$$6 \div 9 = 0.66 \text{ SHIFT TANG } -1 = 33.6^\circ$$

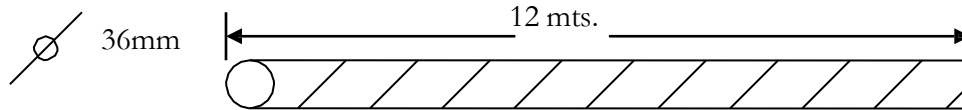
\*También lo podemos calcular si sacamos el largo de maniobra y usamos el SEN del ángulo inferior u horizontal.

RADIO ÷ LARGO MANIOBRA = X SHIT SEN-1 = ÁNGULO SUPERIOR

$$6 \div 10.8 = 0.55 \text{ SHIFT SEN } -1 = 33.7^\circ$$

**NOTA:** Las dos fórmulas nos corroboran el ángulo superior, el cual es sacado de una forma similar a la que estamos acostumbrados a calcular.

## **FÓRMULA PARA SACAR EL PESO DE UNA BARRA DE FIERRO DE CONSTRUCCIÓN**



DIAMETRO<sup>2</sup> x CONSTANTE x LARGO = PESO DE LA BARRA

$$36^2 \times 6.17 \times 12000 = 95.9 \text{ Kg.}$$

**NOTA:** La constante de 6.17 es sacada de  $\pi$  dividido en 4 y multiplicado por el peso específico del acero, el cual nos arroja esta constante. También veremos de la siguiente manera otra fórmula para calcular la barra de fierro.

$\pi \times \text{DIAMETRO}^2 \div 4 \times \text{LARGO} \times \text{PESO ESPECIFICO} \times \text{BARRA} = \text{PESO DE BARRA}$

$$\pi \times 36^2 \div 4 \times 12000 \times 7.85 \times 1 = 95.8$$

**NOTA:** Esta fórmula es más exacta, ya que trabaja con la constante real del acero, aunque la diferencia es mínima y en una cantidad mayor de barras el peso será menor a la fórmula del 6.17.

## **FÓRMULA PARA SACAR CAPACIDAD EN AHORCADO EN ESTROBOS**

CAPACIDAD AXIAL x CONSTANTE = CAPACIDAD AHORCADO

### **ESTROBO 3/4**

$5460 \times 0.74 = 4040 \text{ Kg.}$       VALOR POR TABLA = 4040 Kg.

### **ESTROBO 7/8**

$7440 \times 0.74 = 5505 \text{ Kg.}$       VALOR POR TABLA = 5510 Kg.

### **ESTROBO 1" 1/2**

$21900 \times 0.74 = 16206 \text{ Kg.}$       VALOR POR TABLA = 16210 Kg.

**NOTA:** Esta constante nos lleva a un valor de capacidad ahorcado, casi exacto a la tabla, solo habrá una variación mínima en kilos, en algunos diámetros. La pérdida de capacidad será entonces de un 26% y no 25% como se cree.

## **FÓRMULA PARA SACAR CAPACIDAD EN AHORCADO EN ESLINGAS**

CAPACIDAD AXIAL x CONSTANTE = CAPACIDAD AHORCADO

### **ESLINGA 2" x 2 CAPAS**

$2800 \times 0.80 = 2240 \text{ Kg.}$

VALOR POR TABLA = 2200 Kg.

### **ESLINGA 3" x 3 CAPAS**

$6300 \times 0.80 = 5040 \text{ Kg.}$

VALOR POR TABLA = 5000 Kg.

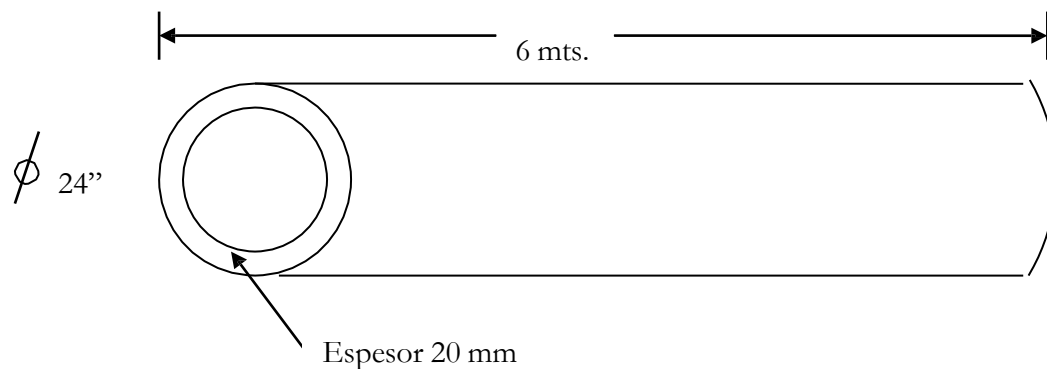
### **ESLINGA 4" x 4 CAPAS**

$11200 \times 0.80 = 8960 \text{ Kg.}$

VALOR POR TABLA = 9000 Kg.

**NOTA:** Esta fórmula nos apoyará para obtener un valor de la capacidad ahorcado de la eslinga, al igual que en la fórmula para el estrobo, habrá una diferencia mínima en su capacidad.

## **FÓRMULA PARA CALCULAR UNA CAÑERÍA DE HDPE**



$$24" \times 25.4 = 609.6 \text{ mm.}$$

**DIAMETRO x  $\pi$  x ESPESOR x LARGO x CONSTANTE = PESO DE LA CAÑERÍA**

$$609.6 \times \pi \times 20 \times 6000 \times 1.043 = 239.6 \text{ Kg.}$$

**NOTA:** En esta fórmula solo cambia el peso específico del HDPE, el resto es el mismo desarrollo como si fuese una cañería de acero carbono.

## **FÓRMULA PARA CONVERTIR MTS/SEG. A KM/HR.**

**MTS/SEG. x CONSTANTE = VELOCIDAD DEL VIENTO EN KM / HR**

$$14 \text{ mts/seg.} \times 3.6 = 50.4 \text{ km/hr}$$

**NOTA:** La constante nace de la multiplicación de la hora en minutos por la cantidad de segundos que tiene el minuto y luego este resultado se divide por 1000 que sería la unidad del metro en milímetros.

## **PESO DE GRILLETES SEGÚN SU DIAMETRO**

GRILLETE 2"1/2 = 38.9 Kg. 85.75 Lbs.

GRILLETE 2" = 20.4 Kg. 45.00 Lbs.

GRILLETE 1"3/4 = 12.6 Kg. 27.78 Lbs.

GRILLETE 1"1/2 = 7.8 Kg. 17.20 Lbs.

GRILLETE 1"3/8 = 6.1 Kg. 13.53 Lbs.

GRILLETE 1"1/4 = 4.3 Kg. 9.50 Lbs.

GRILLETE 1"1/8 = 3.3 Kg. 7.41 Lbs.

GRILLETE 1" = 2.2 Kg. 5.03 Lbs.

GRILLETE 7/8 = 1.6 Kg. 3.62 Lbs.

GRILLETE 3/4 = 1 Kg. 2.35 Lbs.

GRILLETE 5/8 = 0.621Kg. 1.37 Lbs.

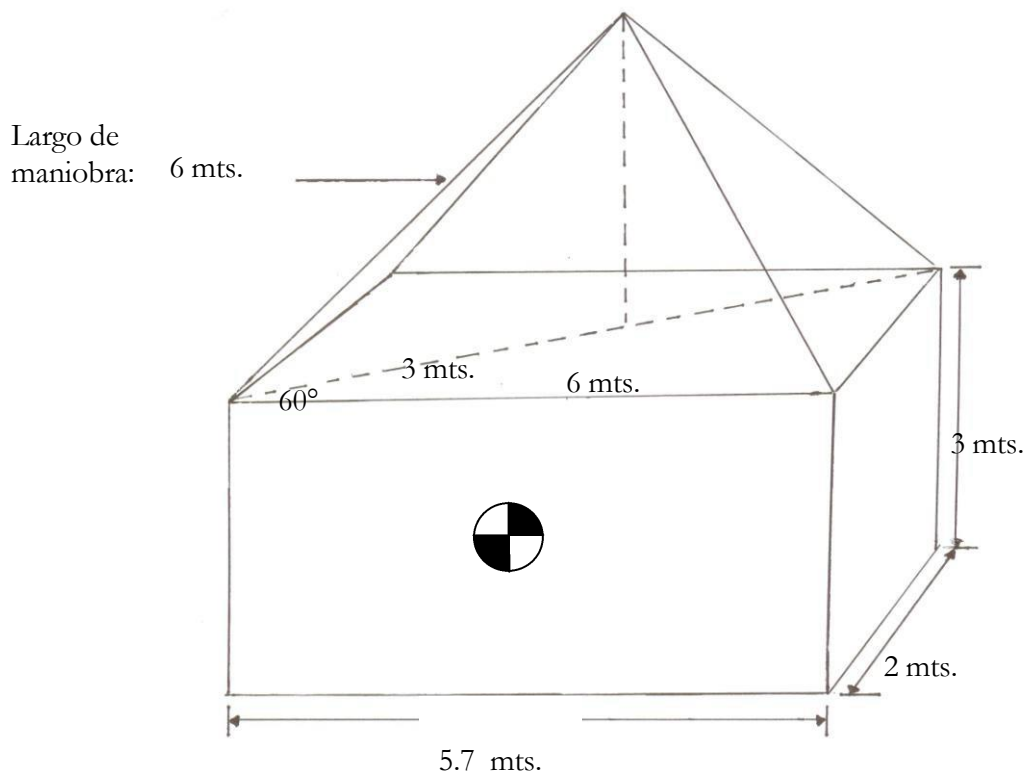
GRILLETE 1/2 = 0.326Kg. 0.72 Lbs.

**NOTA:** Estos son los grilletes más usados o comunes en faena, no olviden que este dato no es menor ya que su peso está en consideración en cada cálculo de maniobra.



## CAPÍTULO V

### **FÓRMULA PARA CALCULAR UNA MANIOBRA DE 4 PIERNAS, SEGÚN ÁNGULO DESEADO Y C.G. AL CENTRO**



- \* Primero, debemos sacar la diagonalidad, así obtendremos nuestro largo más desfavorable y buscaremos trabajar en un ángulo de 60°, recomendado por fabricante de elementos de izaje.

**Pol (largo, ancho) = Diagonalidad**

Pol (5.7, 2) = 6 mts.

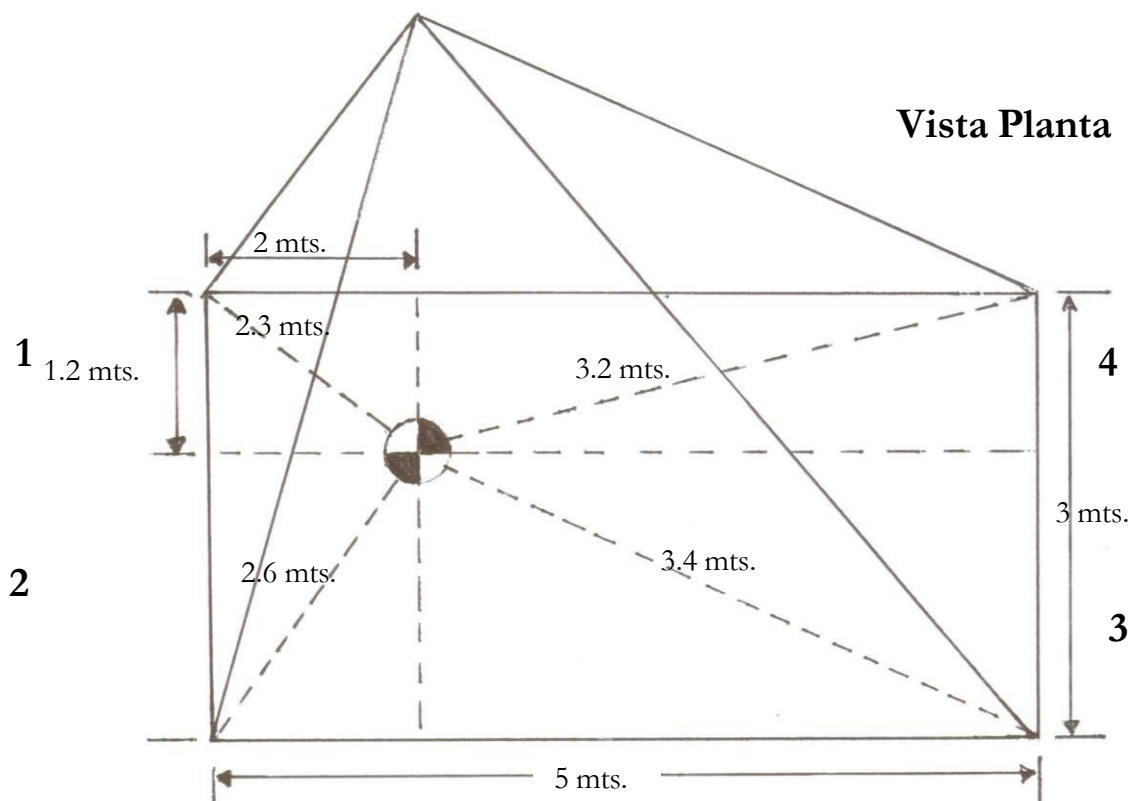
- \* Una vez sacada la diagonalidad, sacaremos el radio, que es la mitad de la diagonalidad.

**Radio ÷ cos  $\angle$ ° = largo de maniobra**

3 ÷ cos 60° = 6 mts.

**Nota:** De esta manera, sacaremos un largo de maniobra de acuerdo al ángulo deseado, teniendo en cuenta que todo dependerá de nuestra diagonalidad más desfavorable.

## FÓRMULA PARA CALCULAR LARGO DE MANIOBRA DE 4 PIERNAS Y SU C.G. DESPLAZADO



\* Sacaremos los largos por separado en sus diagonales y la distancia mayor será tomada como la altura a considerar para la maniobra.

1.- Pol (2, 1.2) = 2.3 mts.

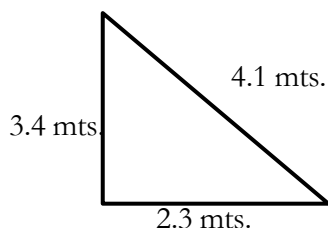
2.- Pol (1.8, 2) = 2.6 mts.

3.- Pol (3, 1.8) = 3.4 mts.

4.- Pol (3, 1.2) = 3.2 mts.

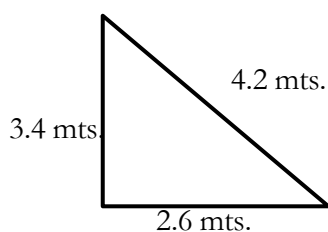
- \* Ahora, sacaremos los largos de maniobra basados en una altura estándar.

1.-



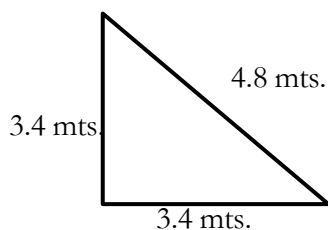
$$\text{Pol (3.4, 2.3)} = 4.1 \text{ mts.}$$

2.-



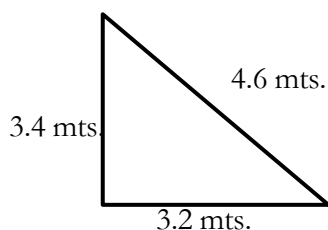
$$\text{Pol (3.4, 2.6)} = 4.2 \text{ mts.}$$

3.-



$$\text{Pol (3.4, 3.4)} = 4.8 \text{ mts.}$$

4.-

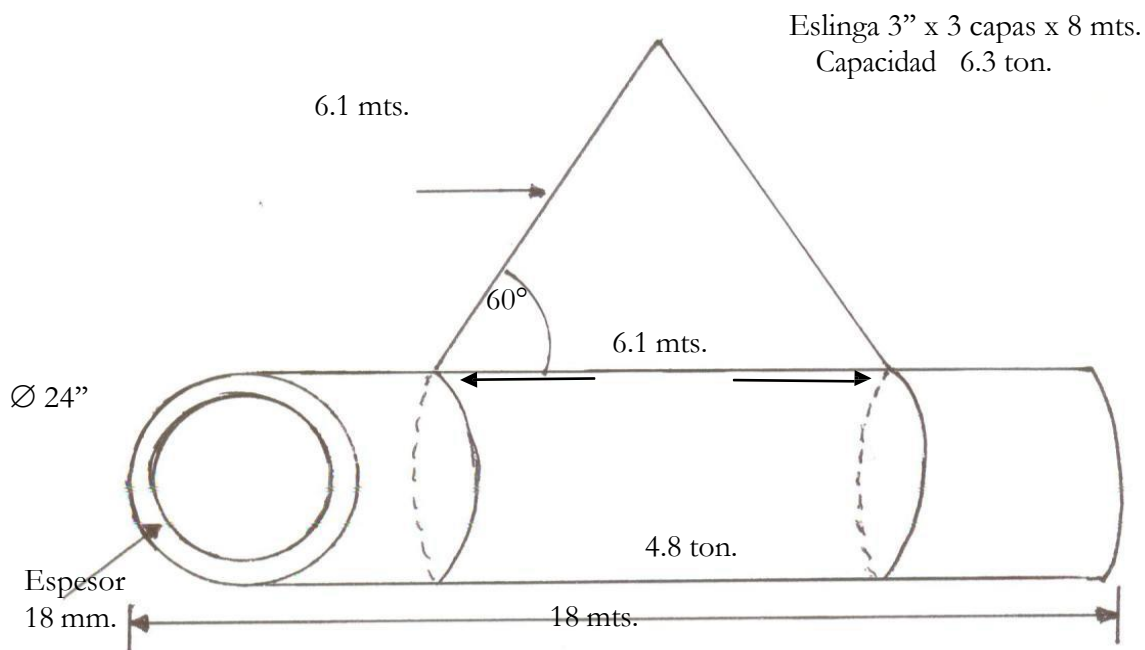


$$\text{Pol (3.4, 3.2)} = 4.6 \text{ mts.}$$

**Nota:** Sacando los largos podremos levantar de manera nivelada la pieza, los ángulos serán variados ya que el C. G. está desplazado.

Este ejercicio nos da largos de maniobra que no encontramos en terreno, es decir, no tenemos eslingas de 4.6 mts. Pero podemos compensar esa diferencia con una cadena de grilletes o en su efecto con tensores apropiados y diseñados para maniobras de izaje.

## FÓRMULA PARA CALCULAR LA CAPACIDAD DE UNA MANIOBRA AHORCADA



Primero, debemos descubrir cuánto es la pérdida del largo de la eslinga, calculando el perímetro de la cañería.

$$\varnothing \times \pi = \text{perímetro}$$

$$24'' \times 0.0254 = 0.6096 \text{ mts.}$$

$$0.6096 \text{ mts.} \times \pi = 1.9 \text{ mts.}$$

→ Pérdida en largo de la eslinga de 8 mts.

**Largo de eslinga – Pérdida en la vuelta = Largo real de eslinga-**

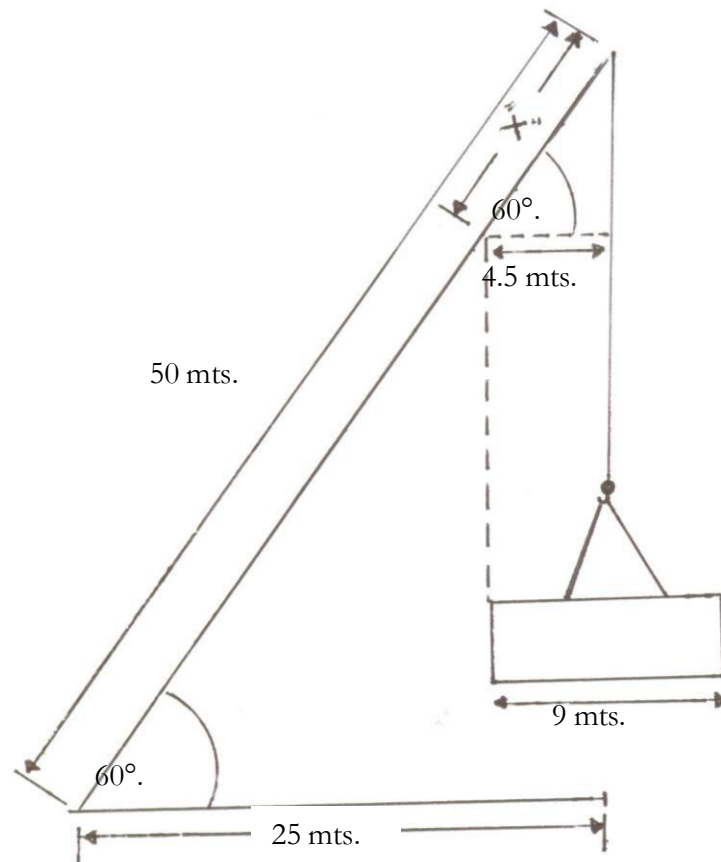
$$8 \text{ mts} - 1.9 \text{ mts.} = 6.1 \text{ mts}$$

**Capacidad axial angulada x 75% de cap. ahorcada = Cap. real**

$$10.8 \times 75\% = 8.1 \text{ ton.}$$

**Nota:** la capacidad de la pareja a 60° es de 10.8 ton pero como está ahorcada su capacidad se ve disminuida en un 25%, por tanto quedará al 75% de la capacidad a 60°. Siempre y cuando el ángulo de estrangulación esté entre 120° a 180°.

## **FÓRMULA PARA CALCULAR EL PUNTO DE CHOQUE DE UNA PIEZA CON RESPECTO A LA PLUMA.**



**Radio ÷ Cos  $4^{\circ}$  = Largo de pluma**

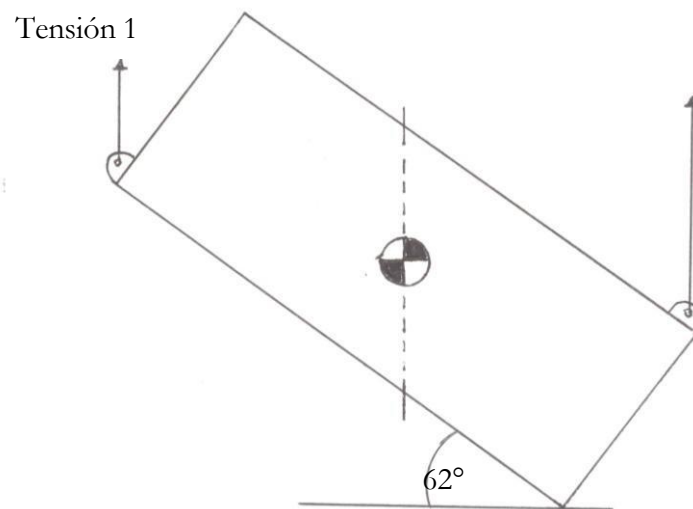
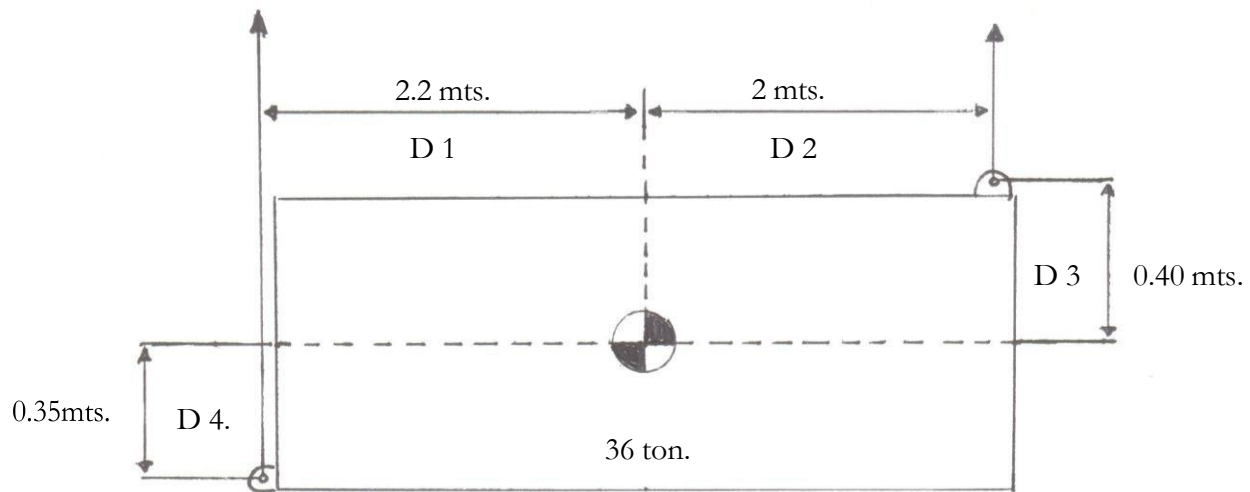
$$4.5 \div \text{Cos } 60^{\circ} = 9 \text{ mts.}$$

**Largo de pluma – Largo de pluma sacado= punto de choque**

$$50 - 9 = 41 \text{ mts.}$$

**Nota:** Este ejercicio está basado en la semejanza de triángulos y nos servirá para obtener el punto de choque de la pieza con respecto a la geometría de la pluma. Esto nos permitirá saber hasta que altura puedo levantar la carga.

## **FÓRMULA PARA CALCULAR LA TENSION EN UN TAILING CON UNA ESTROBADA TOMADA ARRIBA Y ABAJO EN SUS EXTREMOS**





$$\frac{\text{Peso } (D2 \times \cos \theta + D3 \times \sin \theta)}{D2 \times \cos \theta + D3 \times \sin \theta + D1 \times \cos \theta + D4 \times \sin \theta} = \text{Tensión 1}$$

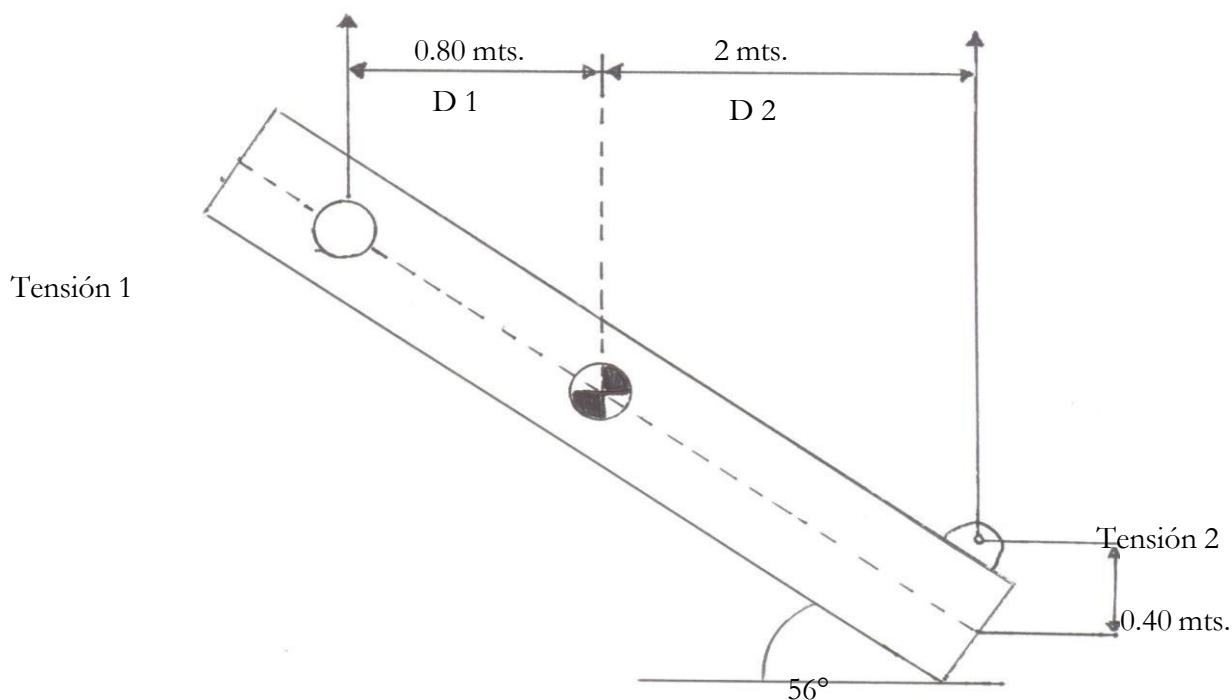
$$\frac{36 (2 \times \cos 62^\circ + 0.40 \times \sin 62^\circ)}{2 \times \cos 62^\circ + 0.40 \times \sin 62^\circ + 2.2 \times \cos 62^\circ + 0.35 \times \sin 62^\circ} = \frac{46.5}{2.6} = 17.8 \text{ Ton.}$$

**Peso – tensión 1 = tensión 2**

$$36 - 17.8 = 18.2 \text{ Ton.}$$

**Nota:** Si bien es cierto que esta fórmula es larga, podemos suprimir el signo "x" en la calculadora, el resultado no se verá afectado. Así mismo nos daremos cuenta de cuánto están sosteniendo cada grúa en el ángulo de inclinación.

## FÓRMULA PARA CALCULAR LA TENSION EN UN TAILING



$$\frac{\text{Peso } (D2 + D3 \times \text{Tang } \angle)}{+ D2 + D3 \times \text{Tang } \angle} = \text{Tensión D1}$$

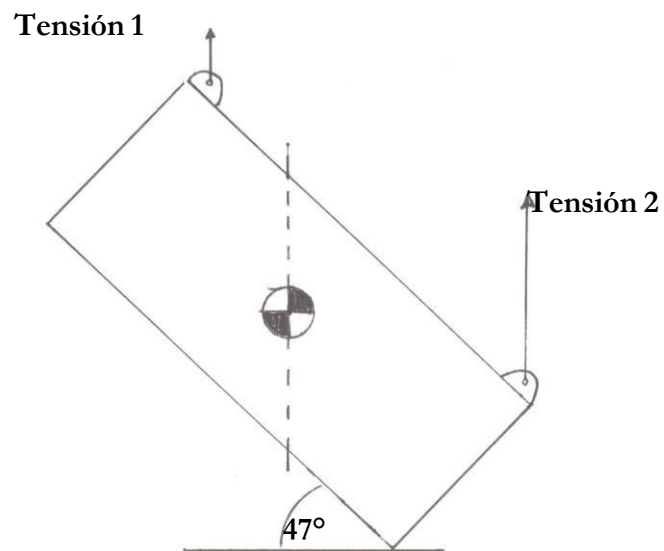
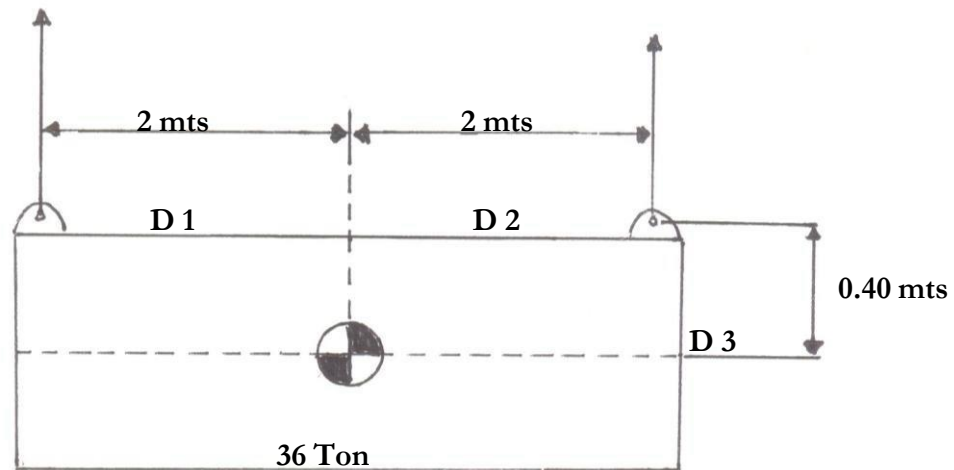
$$\frac{36 (2 + 0.40 \times \text{Tang } 56^\circ)}{0.80 + 2 + 0.40 \times \text{Tang } 56^\circ} = \frac{93.34}{3.39} = 27.5 \text{ Ton.}$$

$$\text{Peso} - \text{Tensión 1} = \text{Tensión 2}$$

$$36 - 27.5 = 8.5 \text{ Ton.}$$

**Nota:** Esta fórmula nos dará la tensión basada en el ángulo de inclinación y el tipo de estrobada para el tailing.

## FÓRMULA PARA CALCULAR LA TENSION EN UN TAILING CON ESTROBADA INICIAL PAREJA



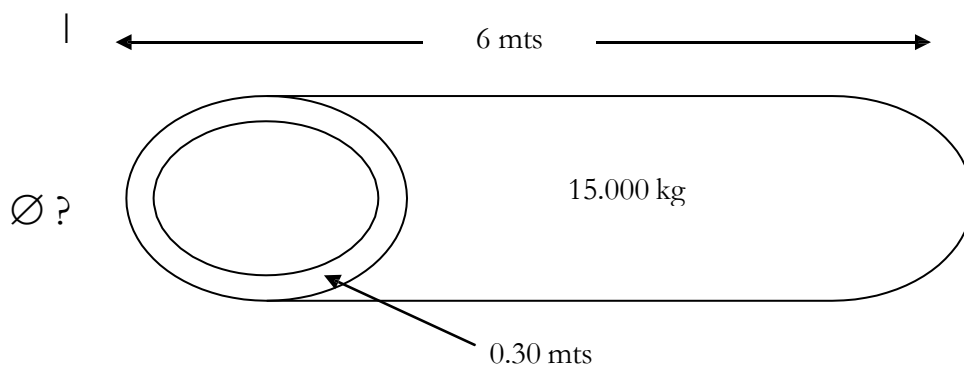
$$\frac{\text{Peso (D2 + D3 x tang } \alpha^{\circ})}{D1 + D2} = \text{Tensión 1}$$

$$\frac{36 (2+0.40 \times \text{tang } 47^{\circ})}{2+2} = \frac{87.4}{4} = 21.85 \text{ ton.}$$

$$\begin{array}{rcl} \text{Peso} - \text{Tensión 1} & = & \text{Tensión 2} \\ 36 - 21.85 & = & 14.15 \text{ Ton} \end{array}$$

**Nota:** A diferencia de la otra estrobada está tomada es en los extremos de la pieza y la fórmula varía en cuanto a que se divide por la distancia total, así calcularemos cuánto es lo que están sosteniendo cada grúa del peso total de la carga.

## **FÓRMULA PARA SACAR EL DIÁMETRO DE UN CILINDRO DE HORMIGÓN ARMADO.**

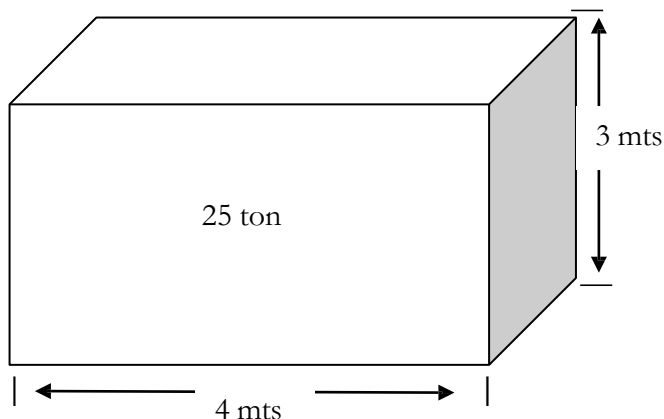


Peso  $\div$  Peso específico  $\div \pi \div$  Largo  $\div$  Espesor = Diámetro

$$15.000 \div 2.4 \div \pi \div 6 \div 0.30 = 1.1 \text{ mts.}$$

**Nota:** Para calcular el diámetro, solo debemos dividir el peso por todos los valores entregados, así tendrán el diámetro del cilindro, no olvidando el peso específico del material que se esté utilizando.

## **FÓRMULA PARA CALCULAR EL VIENTO PERMISIBLE SEGÚN PESO DE LA CARGA Y SU SUPERFICIE.**



Peso de la carga → 25 ton

Velocidad admisible del viento, según tabla 2 → 6.4 m/seg.

Superficie real de resistencia al viento → 12 m<sup>2</sup>

Superficie de resistencia al viento, según tabla 1 → 30 m<sup>2</sup>

De la tabla 2 sacamos una presión dinámica para viento de 6.4 m/seg → 25 N/ m<sup>2</sup>

Presión Dinámica X Superior de Resistencia al viento

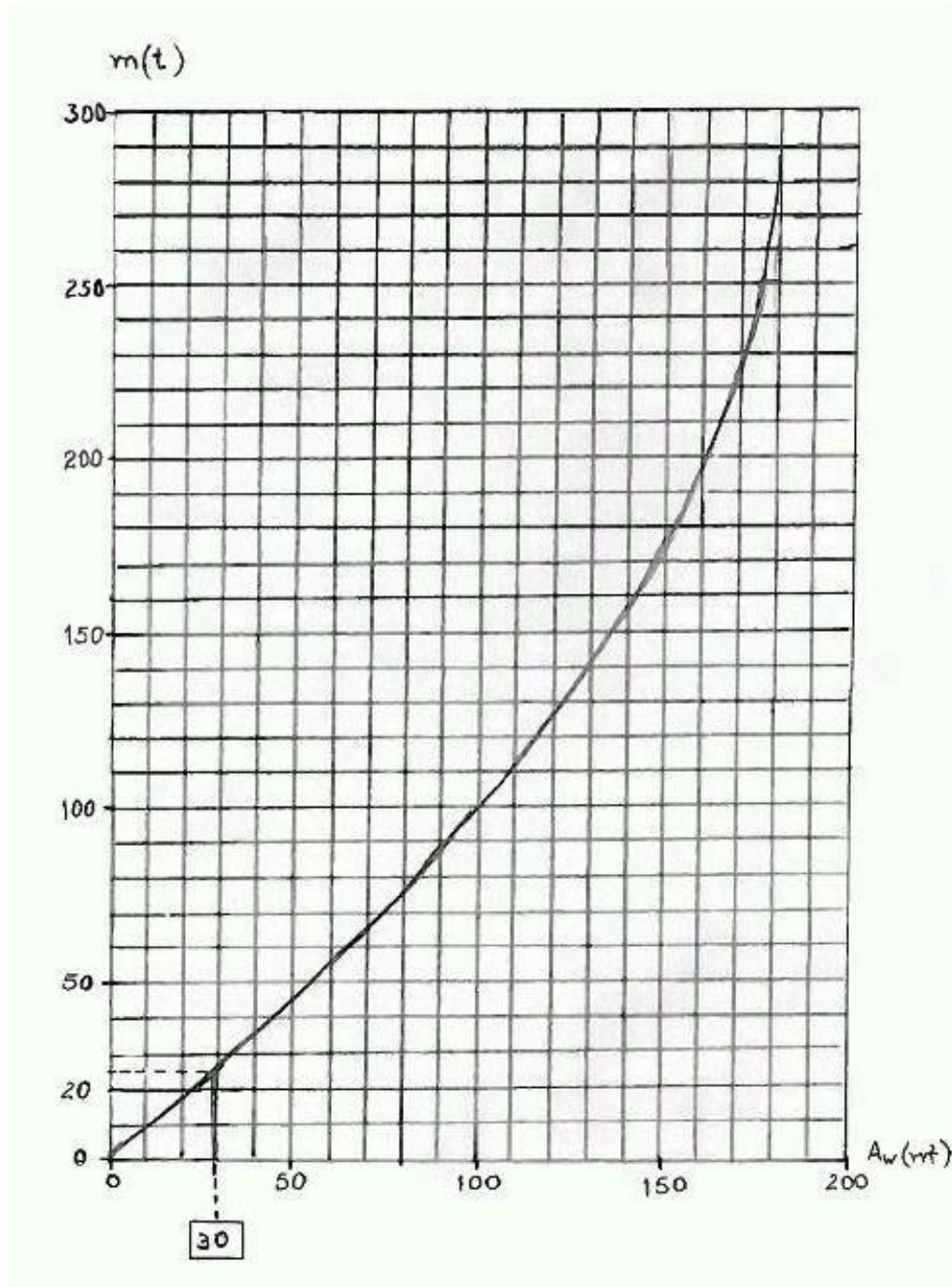
$$25 \text{ N/ m}^2 \times 30 \text{ m}^2 = 750 \text{ N}$$

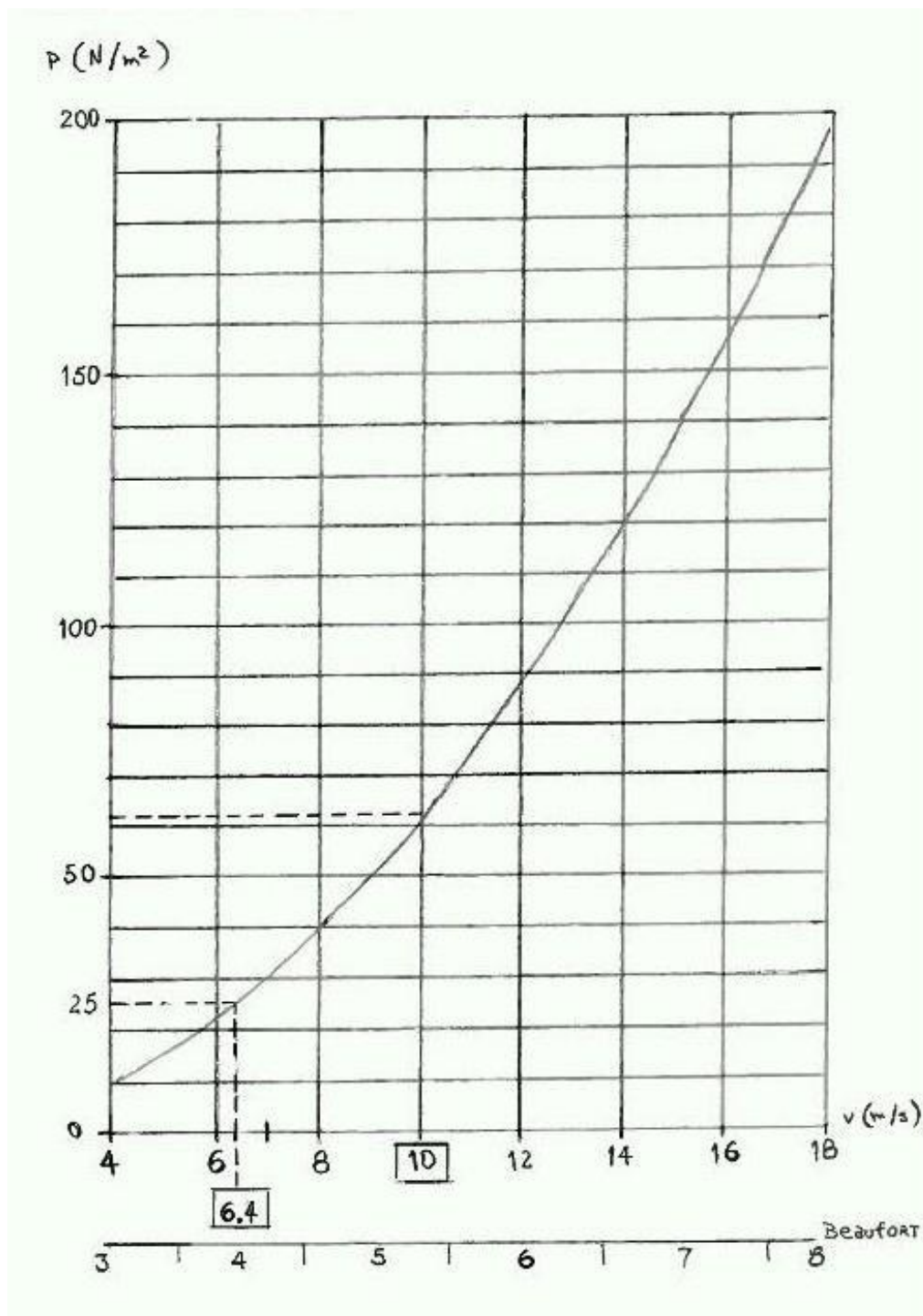
Presión Dinámica ÷ Superior Real de Resistencia al viento

$$750 \div 12 = 62.5 \text{ N/ m}^2$$

De la tabla 2, la presión dinámica = 62.5 N/ m<sup>2</sup>, resultando una velocidad de viento máxima admisible de = 10 m/ seg o 36 km/hr.

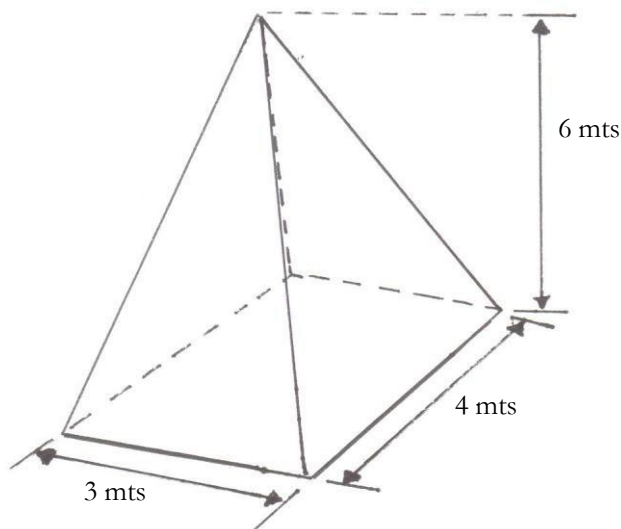
**Nota:** Dado que la superficie real es menor a la calculada por tabla, eso nos permitirá elevar la carga con un viento mayor al secado en la tabla 1.







## **FÓRMULA PARA CALCULAR PESO DE UNA PIRÁMIDE SÓLIDA DE ACERO.**



Ancho x Largo x Altura ÷ 3 = Volumen

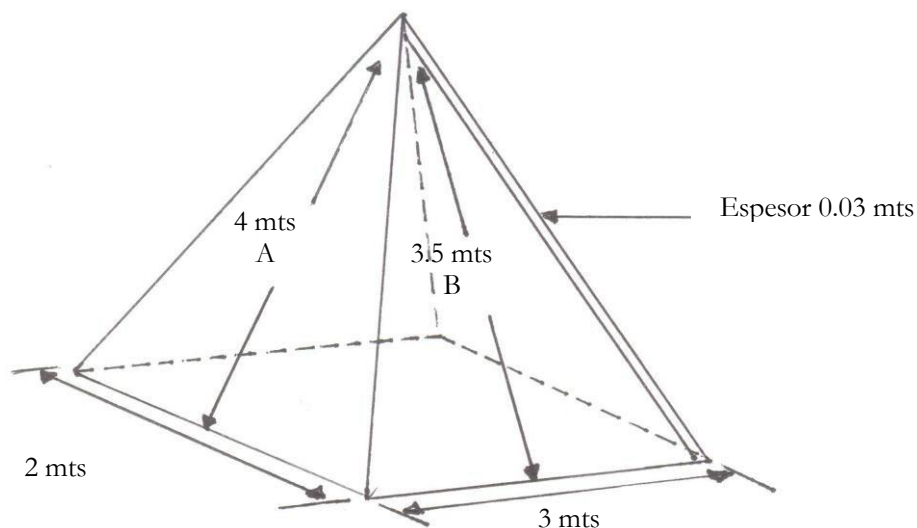
$$3 \times 4 \times 6 \div 3 = 24 \text{ m}^3$$

Volumen x Peso específico = Peso de Pirámide

$$24 \times 7.85 = 188.4 \text{ ton}$$

**Nota:** Como en todo cálculo de peso, trabajaremos sacando su volumen y basado en este, lo multiplicaremos por el peso específico del material.

## **FÓRMULA PARA CALCULAR EL PESO DE UNA PIRÁMIDE VACIA DE ACERO.**



$(H_A \times \text{Ancho} + H_B \times \text{Largo}) \times \text{Espesor} = \text{Volumen}$

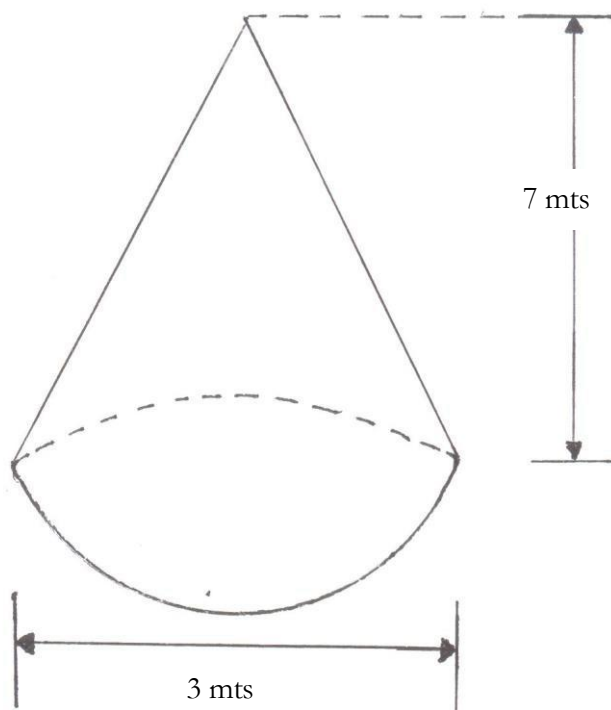
$$(4 \times 2 + 3.5 \times 3) \times 0.03 = 0.555 \text{ m}^3$$

$\text{Volumen} \times \text{Peso específico} = \text{Peso de Pirámide}$

$$0.555 \times 7.85 = 4.3 \text{ ton}$$

**Nota:** Para este caso, debemos trabajar con los paréntesis, si no, el resultado variará y por ende, el peso calculado será erróneo. Además, esta pirámide no tiene base.

## **FÓRMULA PARA CALCULAR EL PESO DE UN CONO SÓLIDO DE ACERO TERMINADO EN PUNTA.**



$$\pi \times \varnothing^2 \div 4 \times H \div 3 = \text{Volumen}$$

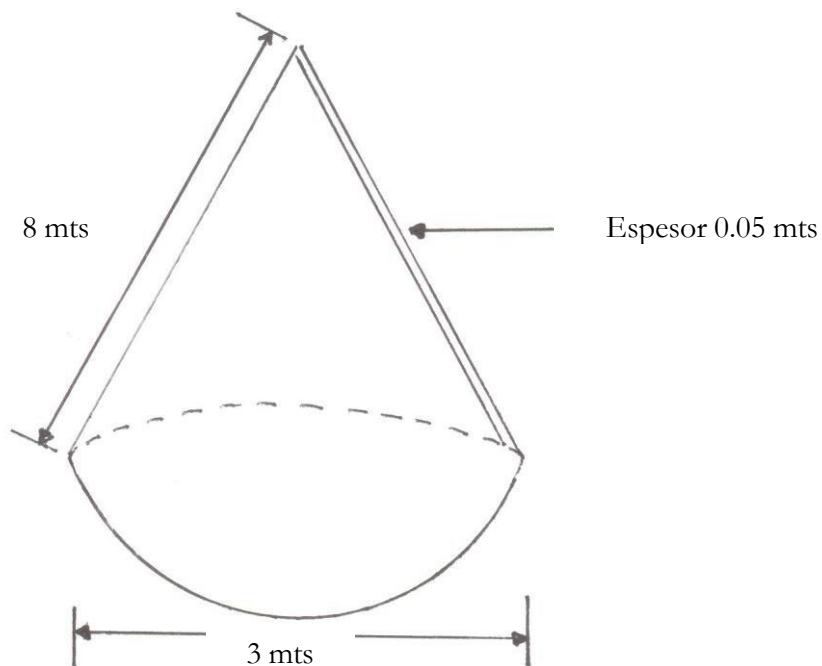
$$\pi \times 3^2 \div 4 \times 7 \div 3 = 16.4 \text{ m}^3$$

Volumen x Peso específico = Peso del cono

$$16.4 \times 7.85 = 128.7 \text{ ton}$$

**Nota:** En este cálculo bastarán las medidas del diámetro y la altura para aplicarlas a la fórmula.

## **FÓRMULA PARA CALCULAR EL PESO DE UN CONO VACIO DE ACERO TERMINADO EN PUNTA.**



$\pi \times \varnothing \div 2 \times \text{Largo Diagonal} \times \text{Espesor} = \text{Volumen}$

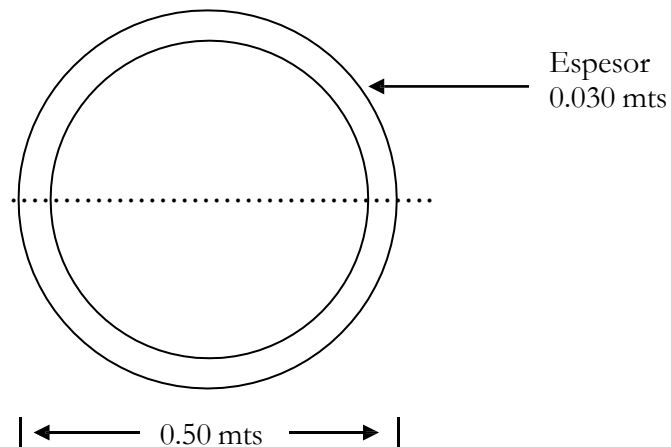
$$\pi \times 3 \div 2 \times 8 \times 0.05 = 1.88 \text{ m}^3$$

Volumen x Peso específico = Peso del cono

$$1.88 \times 7.85 = 14.7 \text{ ton}$$

**Nota:** Acá contemplaremos el espesor del cono, además de considerar que este no tiene base.

## **FÓRMULA PARA CALCULAR EL PESO DE UNA ESFERA VACÍA**



$$\pi \times \varnothing^2 \times \text{espesor} = \text{Volumen}$$

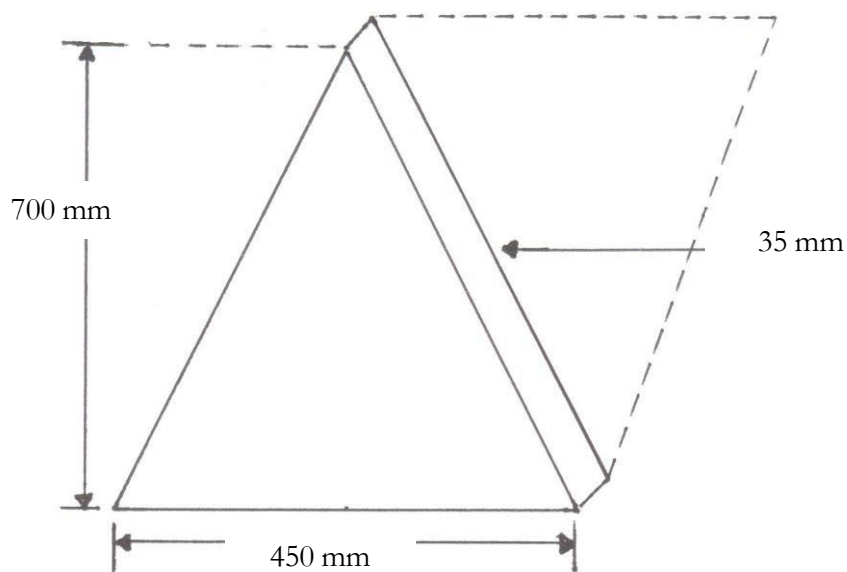
$$\pi \times 0.50^2 \times 0.030 \text{ mts} = 0.023 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen} \times \text{Peso específico} = \text{Peso de bola}$$

$$0.023 \times 7.85 = 0.180 \text{ ton} = 180 \text{ kg}$$

**Nota:** Será necesario tener el espesor de pared para sacar el peso real de la bola.

## FÓRMULA PARA CALCULAR PIEZAS EN FORMA DE TRIÁNGULO



Alto x Ancho x Espesor x Peso específico = Peso del Rectángulo

$$0.70 \text{ mts} \times 0.45 \times 0.035 \times 7.85 = 0.086 \text{ ton}$$

Peso Rectángulo  $\div$  2 = Peso triángulo

$$0.086 \div 2 = 0.043 \text{ ton}$$

**Nota:** Esta plancha triángulo se calculará como si fuese un rectángulo, una vez sacado su peso se dividirá en 2, así obtenemos el valor real de la pieza en forma de triángulo. Estas piezas son comunes en estructura.

## **FÓRMULA PARA CALCULAR EL PESO DE UN CABLE DE ACERO POR METRO LINEAL**

$\text{Radio}^2 \times \pi \times \text{Largo} \times \text{Peso específico} = \text{Peso del cable}$

Calcularemos el peso de un cable de 22 mm

$$11^2 \times \pi \times 1 \times 7.85 = 2,9 \text{ kg}$$

**Nota:** La fórmula ocupada nos servirá para tener un peso aproximado del cable. No es un exacto, pero si nos ayudará en su cubicación.

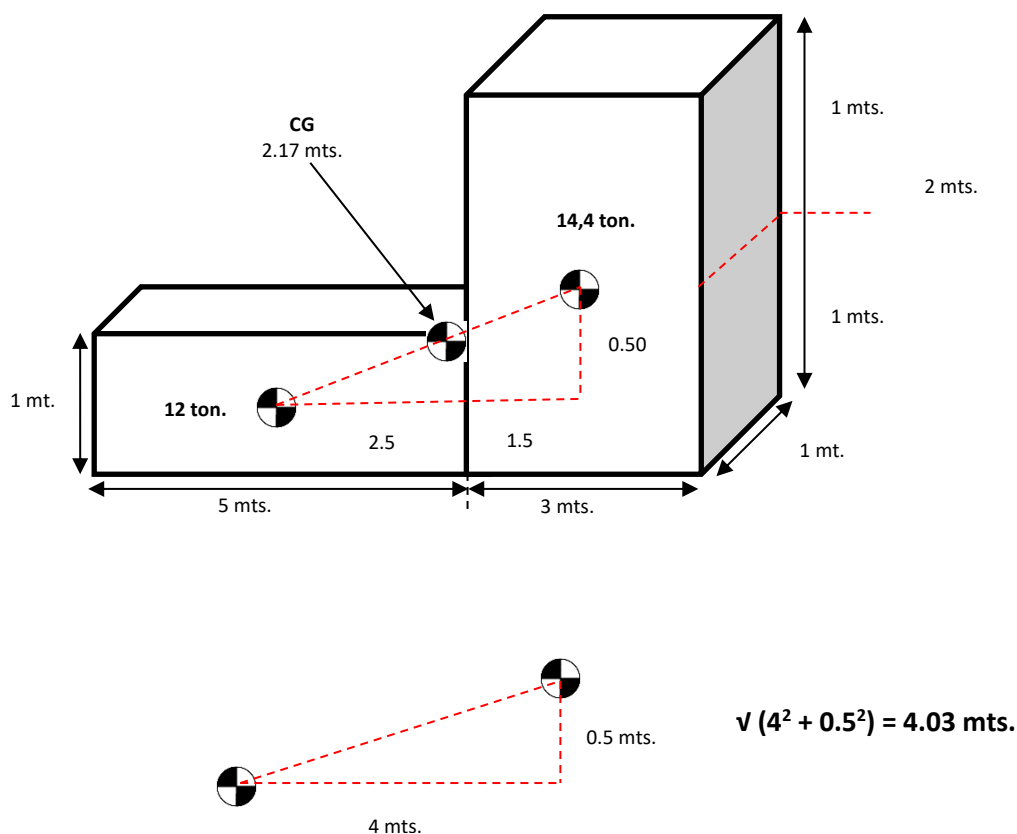
Al usar su diámetro en milímetros el resultado será interpretado en KG, puesto que se utiliza el peso específico para resultados en ton/mt.

El resultado aparecerá con coma y no con punto, por ende, se interpretará el resultado en kilogramos.

## CAPÍTULO VI

### FÓRMULA PARA CALCULAR UN CG DE UNA PIEZA ASIMETRICA

#### HORMIGÓN ARMADO



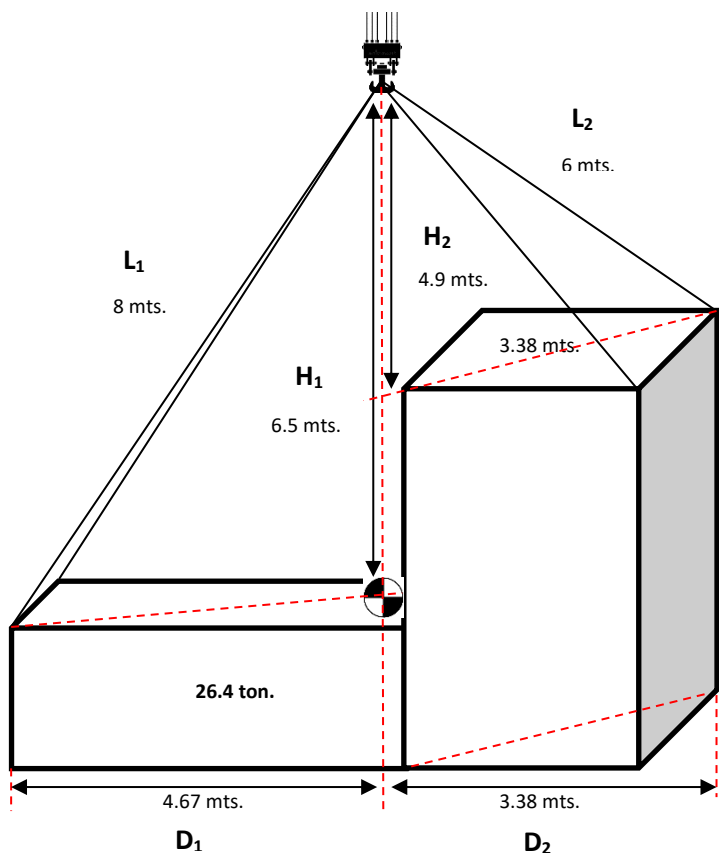
**Peso mayor: Peso total = "X"**  $14.4: 26.4 = 0.54$

**Diagonal x Valor "X" = CG**  $4.03 \times 0.54 = 2.17 \text{ mts.}$

**NOTA:** Para esta fórmula se considera trabajar con el triángulo rectángulo y no con valores de momento como en una pieza con más de un CG en la horizontal, si corroboran los pesos según densidad, confirmaran los pesos de esta pieza, trabajamos con una pieza real.



## FÓRMULA PARA CALCULAR TENSIONES EN UNA PIEZA ASIMETRICA



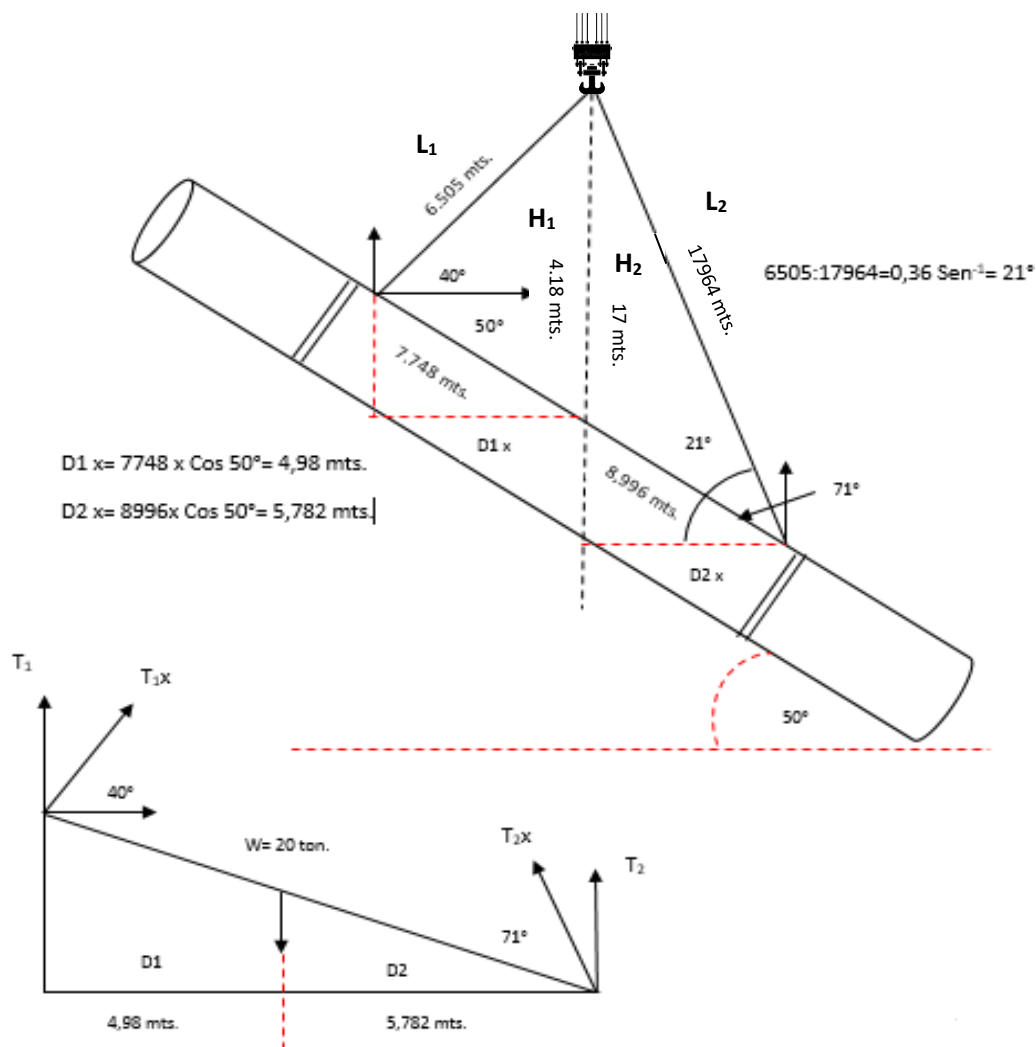
**(Peso x D<sub>1</sub> x L<sub>2</sub>): (D<sub>2</sub> x H<sub>1</sub> + D<sub>1</sub> x H<sub>2</sub>) = Tensión**

$$(26.4 \times 4.67 \times 6): (3.38 \times 6.5 + 4.67 \times 4.9) = 16.492 \text{ kg/f.}$$

$$(26.4 \times 3.38 \times 8): (3.38 \times 6.5 + 4.67 \times 4.9) = 15.915 \text{ kg/f.}$$

**NOTA:** Siendo una pieza con centro de gravedad desplazado se calcula con una formula diferente puesto que tienes una forma asimétrica.

## FÓRMULA PARA CALCULAR UNA TENSIÓN EN UNA PIEZA CON GRADOS



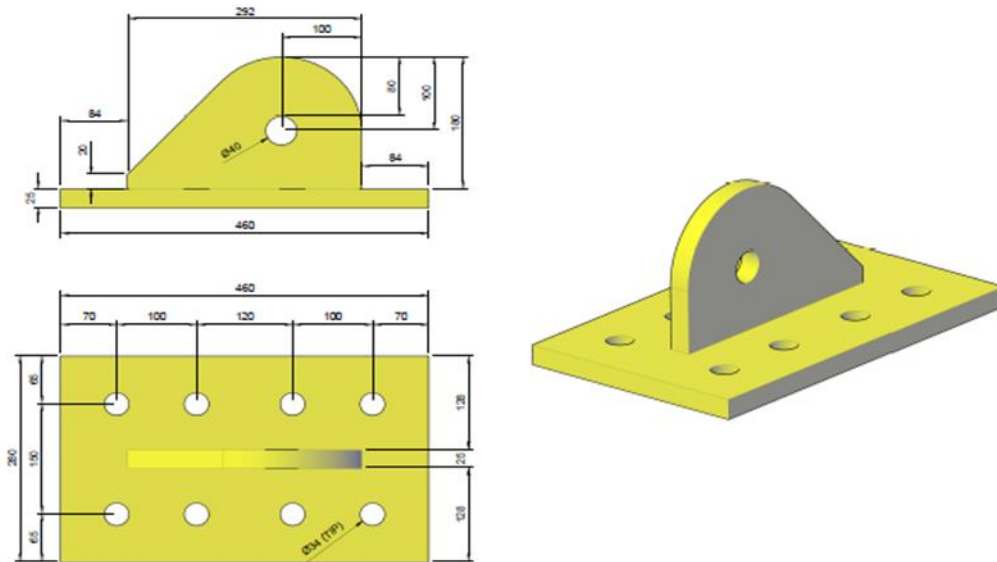
**(Peso x  $D_1$  x  $L_2$ ); ( $D_2$  x  $H_1$  +  $D_1$  x  $H_2$ ) = Tensión**

$(20 \times 4.98 \times 17.964): (5.782 \times 4.18 + 4.98 \times 17) = 16.440$  kg/f.

$(20 \times 5.782 \times 6.505): (5.782 \times 4.18 + 4.98 \times 17) = 6.912$  kg/f.

**NOTA:** Podemos notar que las tensiones son mayores en el punto más lejano del CG, esto debido que esta eslinga esta tensionando por debajo del CG, lo cual ejerce una mayor tensión que la que está más cerca del CG.

## FÓRMULA PARA CALCULAR LA TRACCIÓN AL CORTE DE UNA OREJA DE IZAJE



El material de la oreja es ASTM A36 con las sigtes características:

Tabla 1: Propiedades Elásticas Acero Estructural

Masa por unidad de Volumen	: 7.860 kg/m <sup>3</sup>
Módulo de Elasticidad, E	: 210 GPa
Coefficiente de Poisson, $\nu$	: 0.3
Coefficiente de Expansión Térmica	: 1.170 E-05 1/C°
Módulo de Corte, G	: 76.9 GPa
Tensión de Fluencia Mínima, $F_y$	: 250 MPa
Tensión de Rotura Mínima, $F_u$	: 420 MPa

**El esfuerzo admisible al corte del acero es:**

$$\tau_{adm\_acero} = 0,4 * \sigma_y = 0,4 * 250 = 100 \text{ MPa}$$

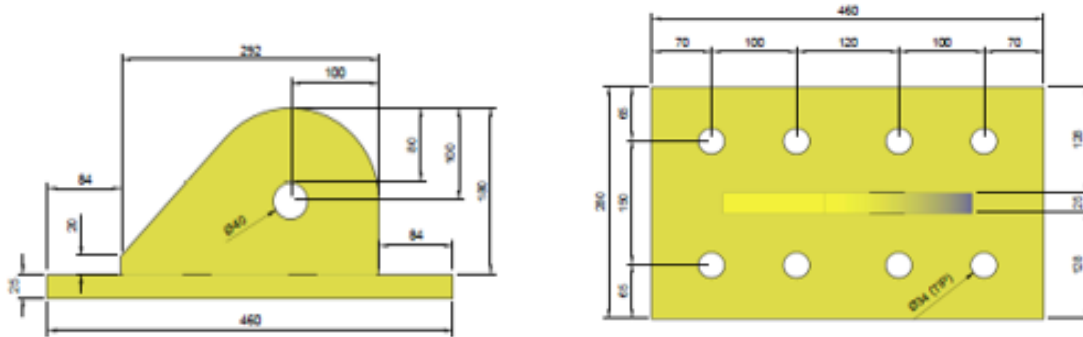
**El esfuerzo de corte en el gramil de la oreja es:**

$$\tau_{corte} = \frac{F}{G * t} \quad 100 = \frac{F}{80 * 25} \quad F = 100 * 80 * 25 = 200.000 \text{ N}$$

$$200.000 : 9.81 = 20.387 \text{ kg.}$$

**NOTA:** El gramil de la oreja no puede exceder el esfuerzo admisible del material al corte, por lo tanto, el gramil de la oreja resiste 20.387 kg. en la página 18 entrego una fórmula más sencilla basada en una constante, pero esta es más exacta, basada en la resistencia del material (acero) 0.4 es la constante del acero.

## FÓRMULA PARA CALCULAR EL APLASTAMIENTO EN UNA OREJA DE IZAJE



El esfuerzo admisible al aplastamiento del acero es:

$$\sigma_{adm\_acero} = 0,6 * \sigma_y = 0,6 * 250 = 150 \text{ MPa}$$

El esfuerzo de aplastamiento en la perforación de la oreja es:

$$\sigma_{aplastamiento} = \frac{F}{d_{perf} * e}$$

$$150 = \frac{F}{40 * 25} \quad F = 40 \times 25 \times 150 = 150.000 \text{ N}$$

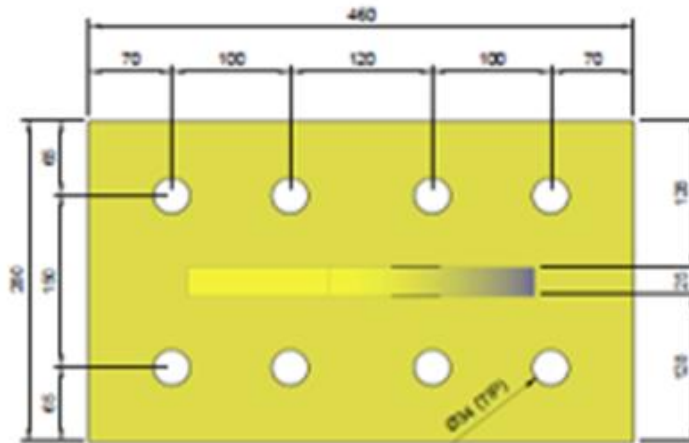
$$150.000 : 9.81 = 15.290 \text{ kg.}$$

**NOTA:** La perforación de la oreja no puede exceder el esfuerzo admisible del material al aplastamiento, por lo tanto, la perforación de la oreja resiste 15.290 kg. al aplastamiento. 0.6 es la constante del acero para el aplastamiento.

## FÓRMULA PARA CALCULAR LOS PERNOS DE UNA OREJA AL CORTE

El esfuerzo de prueba de un perno A325 es de 510 MPa.

$$\tau_{adm\_perno} = 0,4 * \sigma_{prueba} = 0,4 * 510 = 204 \text{ MPa}$$



**El esfuerzo de corte al perno es:**

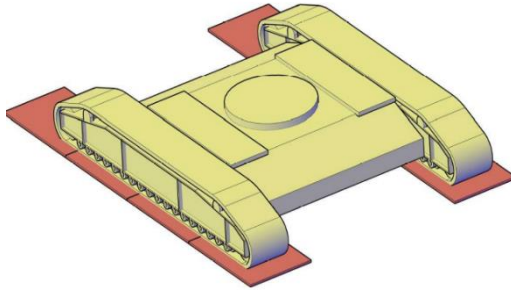
$$\tau_{corte} = \frac{F}{A_{perno}} \quad 204 = \frac{F}{(\pi * 16^2)} \quad F = (\pi * 16^2) * 204 = 164.066 \text{ N}$$

$$164.066 : 9.81 = 16.724 \text{ kg.}$$

**NOTA:** El perno no puede exceder el esfuerzo admisible del material al corte, por lo tanto, el perno utilizado de 1 1/4" resiste 16.724 kg. c/u al corte. 0.4 es la constante del acero para la tracción.

## FÓRMULA PARA CALCULAR LAS PRESIONES DE UNA ORUGA

Para disminuir las presiones ejercidas sobre una losa, se debe instalar planchas metálicas que ayuden a minimizar las presiones transmitida, para esto utilizaremos planchas de 3x2x0.50 mts. Como se muestra en la figura.



### Cálculo de la presión ejercida

La presión máxima alcanzada es de 47,33 ton/m<sup>2</sup>. Se puede observar en el diagrama de presiones que es de una forma triangular con una longitud de 6.42 mts.

**La tasa de presión es:**

$$q = P_{\max}/L$$

$$q = 47.33 / 6.42$$

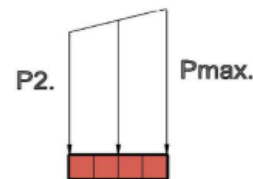
$$q = 7.37 \text{ ton/m} \quad \text{largo de la plancha 3 mts.} \quad f = 3 \text{ mts.}$$

**La presión al borde de la plancha de 3 mts. es de 47.33 ton/m<sup>2</sup> en el otro borde es:**

$$P_2 = P_{\max} - (f \times q)$$

$$P_2 = 47.33 - (3 \times 7.37)$$

$$P_2 = 25.22 \text{ ton/m}^2$$



**La fuerza transmitida sobre la plancha de 3 mts. Es de:**

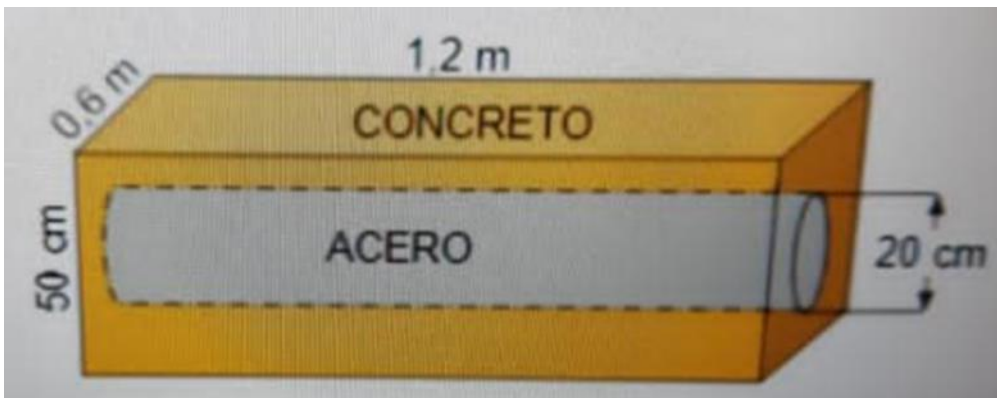
$$F = w \times f \times (P_{\max} + P_2) / 2 \quad F = 1.2 \times 3 \times (47.33 + 25.22) / 2 \quad F = 130.59 \text{ ton.}$$

**Área de la plancha**  $A = 2 \times 3 = 6 \text{ m}^2$

**Presión transmitida**  $\text{Presión} = F / A \quad \text{Presión} = 130.59 / 6$

**Presión= 21.765 ton/m<sup>2</sup>**

## **FÓRMULA PARA CALCULAR VOLUMEN Y PESO DE LA SIGUIENTE FIGURA**



Primero sacaremos el volumen y el peso del cilindro macizo de acero.

$$\text{Ø}^2 \times \pi \times \text{largo} / 4 = \text{Volumen}$$

$$\text{Diámetro } 20 \text{ cm} = 0,2 \text{ mts.}$$

$$0,2^2 \text{ mts.} \times \pi \times 1,2 \text{ mts.} / 4 = 0,037699111 \text{ mts}^3 \text{ Volumen del Cilindro Macizo}$$

$$\text{Volumen} \times \text{Peso Específico} = \text{Peso del Cilindro Macizo de Acero.}$$

$$0,037699111 \text{ mts}^3 \times 7,85 \text{ ton/mts}^3 = 0,296 \text{ ton.} \longrightarrow 296 \text{ kgs.}$$

Para sacar el peso del hormigón lo cubicaremos como un macizo y luego restaremos el volumen del cilindro de acero.

$$\text{Largo} \times \text{Ancho} \times \text{Alto} = \text{Volumen}$$

$$50 \text{ cm} = 0,5 \text{ mts.}$$

$$1,2 \text{ mts} \times 0,6 \text{ mts} \times 0,5 \text{ mts} = 0,36 \text{ mts}^3 \text{ Volumen del Hormigón.}$$

$$\text{Volumen del Hormigón} - \text{Volumen del Macizo de Acero} = \text{Volumen Real de la pieza}$$

$$0,36 \text{ mts}^3 - 0,037699111 \text{ mts}^3 = 0,322300889 \text{ mts}^3$$

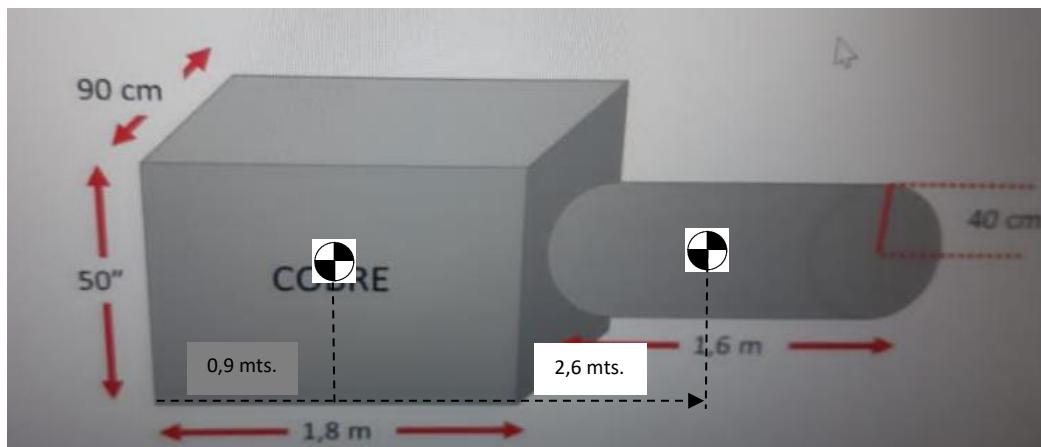
$$\text{Volumen} \times \text{Peso Específico} = \text{Peso del Hormigón.}$$

$$0,322300889 \text{ mts}^3 \times 2,4 \text{ ton/mts}^3 = 0,774 \text{ ton.} \longrightarrow 774 \text{ kgs.}$$

$$\text{Peso Macizo Hormigón} + \text{peso del Cilindro} = \text{Peso de la pieza.}$$

$$0,774 \text{ ton.} + 0,296 \text{ ton.} = 1,07 \text{ ton.} \longrightarrow 1070 \text{ kgs.}$$

## FÓRMULA PARA CALCULAR EL CG DE LA SIGUIENTE FIGURA



Debemos cubicar el peso de cada pieza.

**Largo x Ancho x Alto = Volumen**

$$90 \text{ cm} = 0,9 \text{ mts} \quad (90/100 = 0,9) \quad 50'' = 1,27 \text{ mts.} \quad (50 \times 0,0254 = 1,27)$$

$$1,8 \times 0,9 \times 1,27 = 2,0574 \text{ mts}^3$$

**Volumen x Peso Específico = Peso del Dado de Cobre.**

$$2,0574 \text{ mts}^3 \times 8,9 \text{ ton/mts}^3 = 18,31 \text{ ton.} \longrightarrow 18.310 \text{ kgs.}$$

**$\emptyset^2 \times \pi \times \text{largo} / 4 = \text{Volumen del Cilindro de Cobre}$**

$$0,8^2 \text{ mts} \times \pi \times 1,6 / 4 = 0,804247719 \text{ mts}^3$$

**Volumen x Peso Específico = Peso del Cilindro Macizo de Cobre.**

$$0,804247719 \text{ mts}^3 \times 8,9 \text{ ton/mts}^3 = 7,157 \text{ ton.} \longrightarrow 7.157 \text{ kgs.}$$

Luego tomar las distancias desde un extremo ya sea izquierdo o derecho para aplicar la fórmula que nos entregue el centroide, las distancias serán tomadas hasta el centro de cada pieza.

**Peso x Distancia = Valor de Momento**

$$18.310 \times 0,9 = 16,479$$

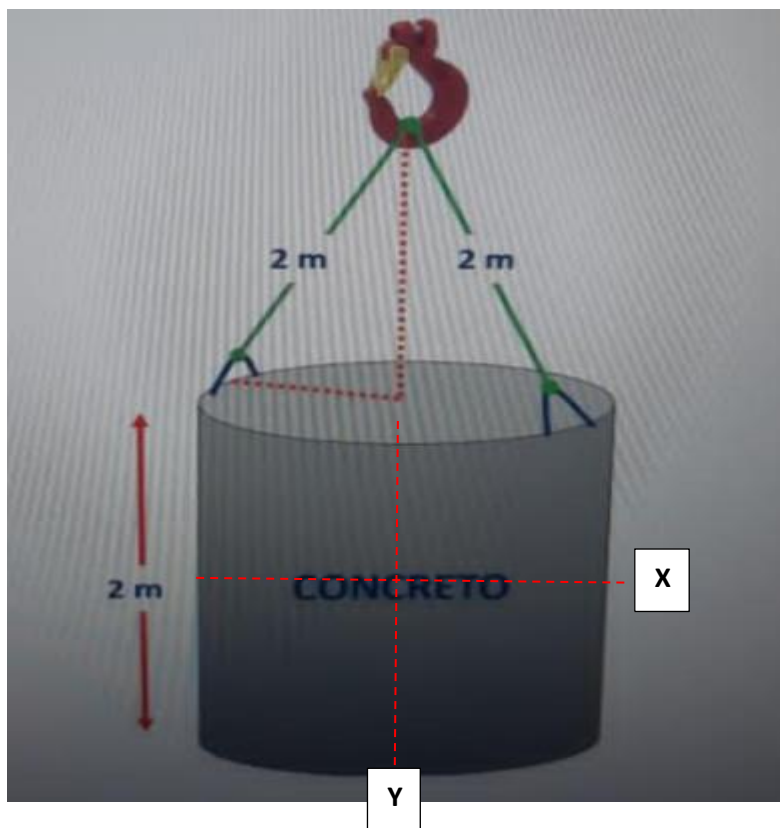
$$7.157 \times 2,6 = 18,593$$

**Suma de Valores de Momento / Peso Total de la Pieza = Centro de Gravedad**

$$16,479 + 18,593 = \mathbf{35,072} / 18,310 + 7,157 = \mathbf{25,467} = \mathbf{1,377 \text{ mts.}}$$



## FÓRMULA PARA CALCULAR PESO, TENSIÓN, ANGULO DE TRABAJO Y CENTRO DE GRAVEDAD

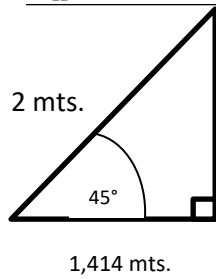


Para calcular su peso debemos saber cuál es su diámetro, entonces resolveremos cual es el diámetro de este cilindro macizo, según los datos entregados, trabajaremos con el triángulo rectángulo formado por la maniobra. Los triángulos rectángulos deben sumar  $180^\circ$  con sus ángulos complementarios entonces si tenemos  $180^\circ - 90^\circ = 90$  este resultado se divide en los 2 ángulos que restan descubrir,  $90/2 = 45^\circ$  entonces cada ángulo corresponde a  $45^\circ$ , si sumamos ratificaremos los  $180^\circ$  del triángulo rectángulo. Descubierta el ángulo inferior, utilizaremos función trigonométrica para saber cuál es el radio del cilindro de concreto.

**Largo de Maniobra x Cos del Ángulo = Radio**

$2 \times \cos 45^\circ = 1,414$  mts. Conocido el radio, sacaremos el diámetro.

**Radio x 2 = Diámetro**  $1,414 \times 2 = 2,828$  mts.



Resuelto el diámetro procedemos a calcular su volumen y luego su peso:

**$\frac{\varnothing^2 \times \pi \times \text{largo}}{4} = \text{Volumen del Cilindro de Concreto}$**

$$2,828^2 \times \pi \times 2 / 4 = 12,5625 \text{ mts}^3$$

**Volumen x Peso Específico = Peso del Cilindro de Concreto.**

$$12,5625 \text{ mts}^3 \times 2,4 \text{ ton/mts}^3 = \mathbf{30,15 \text{ ton}}$$

Por ser una pieza simétrica su centro de gravedad se encontrará en los ejes de las coordenadas X, Y

$$\mathbf{X = 1,414 \text{ mts.}}$$

$$\mathbf{Y = 1 \text{ mt.}}$$

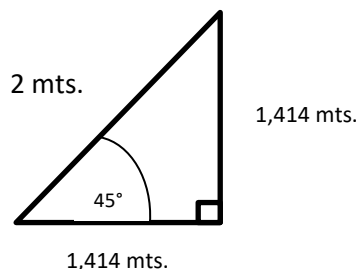
El largo de eslinga es dado en la información entregada, es decir 2 mts. para calcular el factor de ángulo debemos dividir el largo de maniobra en la altura de la maniobra, entonces necesitamos calcular la altura de la maniobra por lo tanto utilizaremos Pitágoras.

$$\sqrt{(\text{Largo de Maniobra}^2 - \text{Radio}^2)} = \text{Altura de Maniobra}$$

$$\sqrt{(2^2 - 1,414^2)} = 1,414 \text{ mts.}$$

**Largo de Maniobra / Altura de la Maniobra = Factor de Angulo**

$$2 / 1,414 = 1,414$$



Para calcular la tensión utilizaremos el factor de ángulo:

**Peso / 2 x Factor de Angulo = tensión**

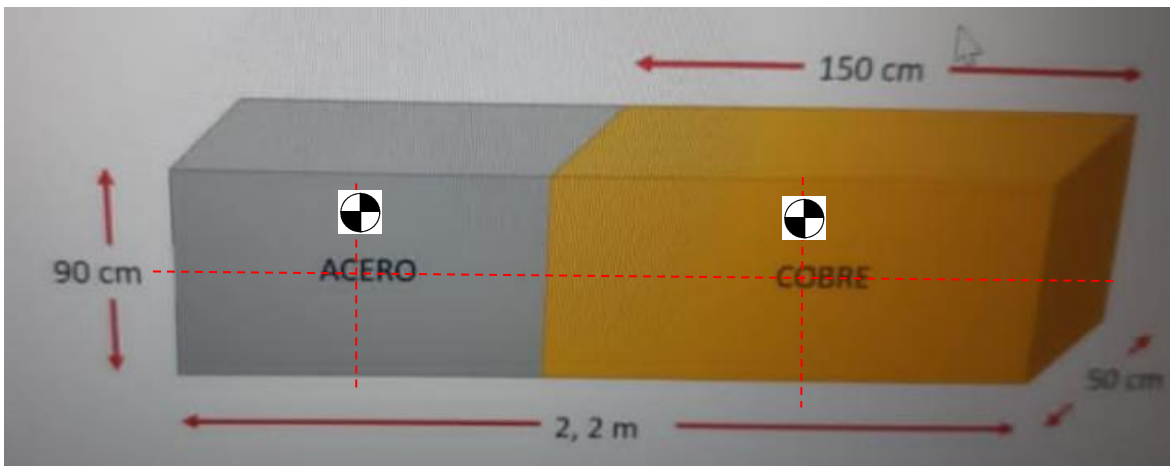
$$30,15 / 2 \times 1,414 = 21,316 \text{ ton/ f}$$

**Tenemos una tensión de 21,316 ton para cada eslinga.**

**El ángulo es de 45°**

**Nota;** en este caso la tensión es sacada por el factor de ángulo, pero podría ser sacada en base a ángulo o en base al largo de maniobra y altura, existen 4 formulas para determinar la tensión cuando esta es con centro de gravedad al centro y la pieza es simétrica.

## FÓRMULA PARA CALCULAR CENTRO DE GRAVEDAD DE LA SIGUIENTE FIGURA



Debemos ubicar el peso de cada pieza, partiremos con el acero.

**Largo x Ancho x Alto = Volumen del Acero**

90 cm = 0,9 mts (90/100 = 0,9) 150 cm = 1,5 mts. (150/100=1,5)

$$0,7 \text{ mts} \times 0,5 \text{ mts} \times 0,9 = 0,315 \text{ mts}^3$$

$$\text{Largo} = 2,2 - 1,5 = 0,7$$

**Volumen x Peso Específico = Peso de la pieza de acero.**

$$0,315 \text{ mts}^3 \times 7,85 \text{ ton/mts}^3 = 2,473 \text{ ton.} \longrightarrow 2.473 \text{ kgs.}$$

**Largo x Ancho x Alto = Volumen del Cobre**

$$1,5 \text{ mts} \times 0,5 \text{ mts} \times 0,9 \text{ mts} = 0,675 \text{ mts}^3$$

**Volumen x Peso Específico = Peso de la pieza de Cobre.**

$$0,675 \text{ mts}^3 \times 8,9 \text{ ton/mts}^3 = 6,008 \text{ ton.}$$

**Para el centro de gravedad tendremos:**

**Peso x Distancia = Valor de Momento**

$$2,473 \times 0,35 = 865,55$$

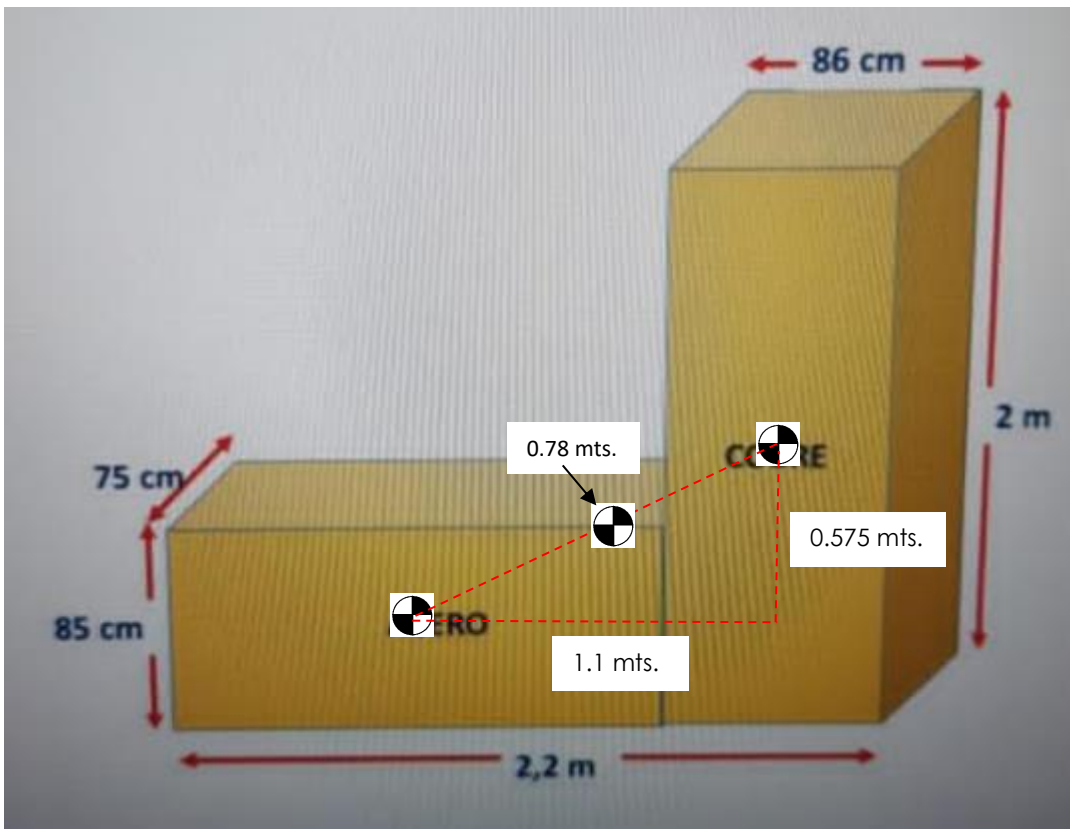
$$6,008 \times 1,45 = 8,711$$

**Suma de Valores de Momento / Peso Total de la Pieza = Centro de Gravedad**

$$865,55 + 8,711 = 9,577 / 2,473 + 6,008 = 8,481 = 1,129 \text{ mts.}$$

**El centro de gravedad se encuentra a 1,129 mts. tomado desde izquierda a derecha.**

## FÓRMULA PARA CALCULAR CENTRO DE GRAVEDAD DE LA SIGUIENTE FIGURA



Para resolver este ejercicio debemos tener en cuenta que esta es una pieza asimétrica, por lo tanto, se utiliza otro tipo de formula, pero primero debemos saber los pesos:

**Largo x Ancho x Alto = Volumen del Acero**

$$\text{Largo} = 2,2 - 0,86 = 1,34 \text{ mts.}$$

$$1,34 \text{ mts} \times 0,75 \text{ mts} \times 0,85 \text{ mts} = 0,85425 \text{ mts}^3$$

**Volumen x Peso Específico = Peso de la pieza de acero.**

$$0,85425 \text{ mts}^3 \times 7,85 \text{ ton/mts}^3 = 6,706 \text{ ton.} \longrightarrow 6.706 \text{ kgs.}$$

**Largo x Ancho x Alto = Volumen del Cobre**

$$0,86 \text{ mts} \times 0,75 \text{ mts} \times 2 \text{ mts} = 1,29 \text{ mts}^3$$

**Volumen x Peso Específico = Peso de la pieza de Cobre.**

$$1,29 \text{ mts}^3 \times 8,9 \text{ ton/mts}^3 = 11,481 \text{ ton.} \longrightarrow 11.481 \text{ kgs.}$$

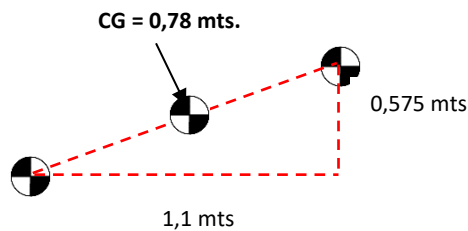
Ahora resolvemos el centro de gravedad de una pieza asimétrica:

**Peso Mayor / Peso Total = "X"**

$\text{Peso Total} = 6,706 + 11,481 = 18,187 \text{ ton.}$
--

$$11,481 \text{ ton} / 18,187 \text{ ton} = 0,63$$

Luego calcularemos la diagonal que existe entre los centros de gravedad de cada pieza:



$$\sqrt{(\text{Altura}^2 + \text{Radio}^2)} = \text{Diagonal}$$

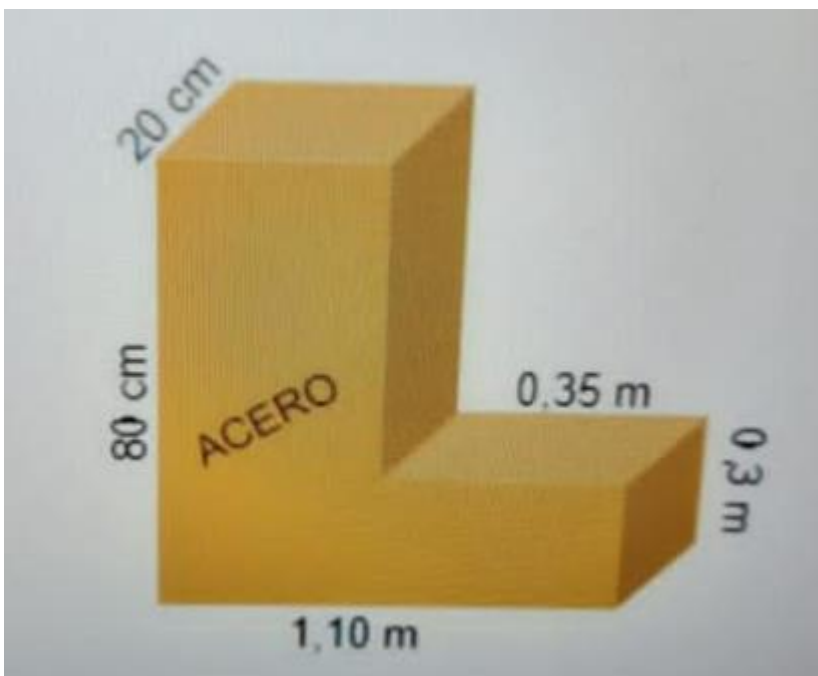
$$\sqrt{(0,575^2 + 1,1^2)} = 1,24$$

**Diagonal x Valor "X" = CG**

$$1,24 \times 0,63 = 0,78 \text{ mts}$$

**El centro de gravedad se encuentra a 0,78 mts en la intersección de la diagonal.**

## FÓRMULA PARA CALCULAR VOLUMEN Y PESO DE LA SIGUIENTE FIGURA



En este ejercicio como el material es el mismo, de igual manera separaremos los rectángulos para determinar sus volúmenes, luego los sumaremos y obtendremos el peso real de esta pieza.

**Largo x Ancho x Alto = Volumen del Primer Rectángulo**      Largo =  $1,1 - 0,35 = 0,75$  mts.

$$0,75 \text{ mts} \times 0,20 \text{ mts} \times 0,80 \text{ mts} = 0,12 \text{ mts}^3$$

**Largo x Ancho x Alto = Volumen del Segundo Rectángulo**

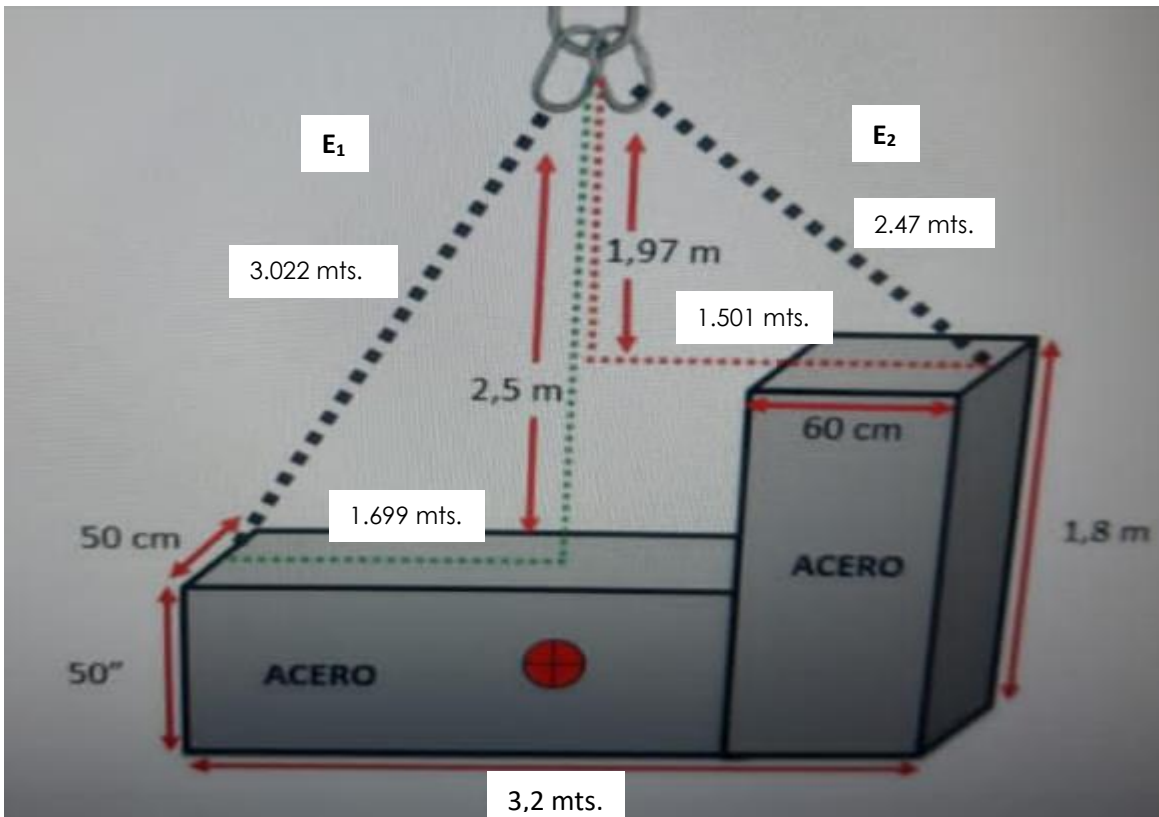
$$0,35 \text{ mts} \times 0,20 \text{ mts} \times 0,3 \text{ mts} = 0,021 \text{ mts}^3$$

**Suma de Volúmenes x Peso Específico = Peso de la Pieza**

$$0,12 + 0,021 = 0,141 \text{ mts}^3 \times 7,85 \text{ ton/mts}^3 = 1,107 \text{ ton.} \longrightarrow 1.107 \text{ kgs.}$$

**El peso de esta figura es de 1,107 ton. y con un volumen total de 0,141 mts<sup>3</sup>.**

## FÓRMULA PARA CALCULAR CG Y LA TENSIÓN EN AMBAS ESLINGAS



Debemos obtener el peso antes de poder calcular la tensión de ambas eslingas, luego se debe determinar los valores necesarios para aplicar formula de tensión:

**Largo x Ancho x Alto = Volumen del Primer Rectángulo**

Largo =  $3,2 - 0,60 = 2,6$  mts.  
Alto 50" =  $50 \times 0,0254 = 1,27$  mts.

$$2,6 \text{ mts} \times 0,50 \text{ mts} \times 1,27 \text{ mts} = 1,651 \text{ mts}^3$$

**Largo x Ancho x Alto = Volumen del Segundo Rectángulo**

$$0,60 \text{ mts} \times 0,50 \times 1,8 \text{ mts} = 0,54 \text{ mts}^3$$

**Suma de Volúmenes x Peso Específico = Peso de la Pieza**

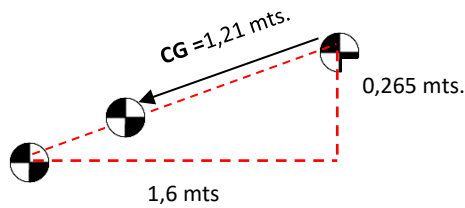
$$1,651 + 0,54 = 2,191 \text{ mts}^3 \times 7,85 \text{ ton/mts}^3 = 17,199 \text{ ton.} \longrightarrow 17.199 \text{ kgs.}$$

El ejercicio no entrega las cotas de distancia desde el centro de gravedad hacia las tomas de la maniobra, por ende, debemos buscar estas distancias y largos de las eslingas, pero antes localizaremos donde se encuentra el centro de gravedad.



**Peso Mayor / Peso Total = "X"**

$$12,96 \text{ ton} / 17,199 \text{ ton} = 0,75$$



$$\sqrt{(\text{Altura}^2 + \text{Radio}^2)} = \text{Diagonal}$$

$$\sqrt{(0,265^2 + 1,6^2)} = 1,62 \text{ mts.}$$

**Diagonal x Valor "X" = CG**

$$1,62 \times 0,75 = 1,21 \text{ mts.}$$

**Largo de Maniobra 1**

$$\text{Radio 1} = 1,3 \text{ mts} + 0,399 \text{ mts} = \mathbf{1,699 \text{ mts.}}$$

$$\sqrt{(\text{Radio}^2 + \text{Altura}^2)} = \text{Diagonal}$$

$$\sqrt{(1,699^2 + 2,5^2)} = 3,022 \text{ mts.}$$

**Largo de Maniobra 2**

$$\text{Radio 2} = 3,2 \text{ mts} - 1,699 \text{ mts} = \mathbf{1,501 \text{ mts.}}$$

$$\sqrt{(\text{Radio}^2 + \text{Altura}^2)} = \text{Diagonal}$$

$$\sqrt{(1,501^2 + 1,97^2)} = 2,47 \text{ mts.}$$

**(Peso x Distancia 1 x Eslinga 2) / (Distancia 2 x Altura 1 + Distancia 1 x Altura 2) = Tensión**

$$(\text{Peso} \times D_1 \times E_2) / (D_2 \times H_1 + D_1 \times H_2) = \text{Tensión } E_2$$

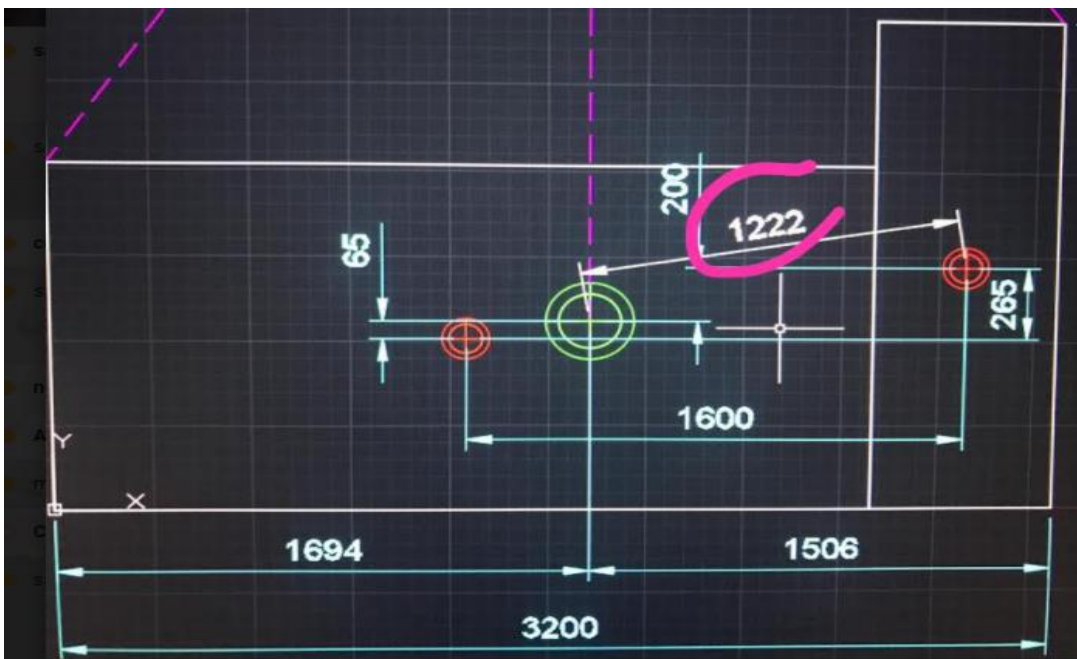
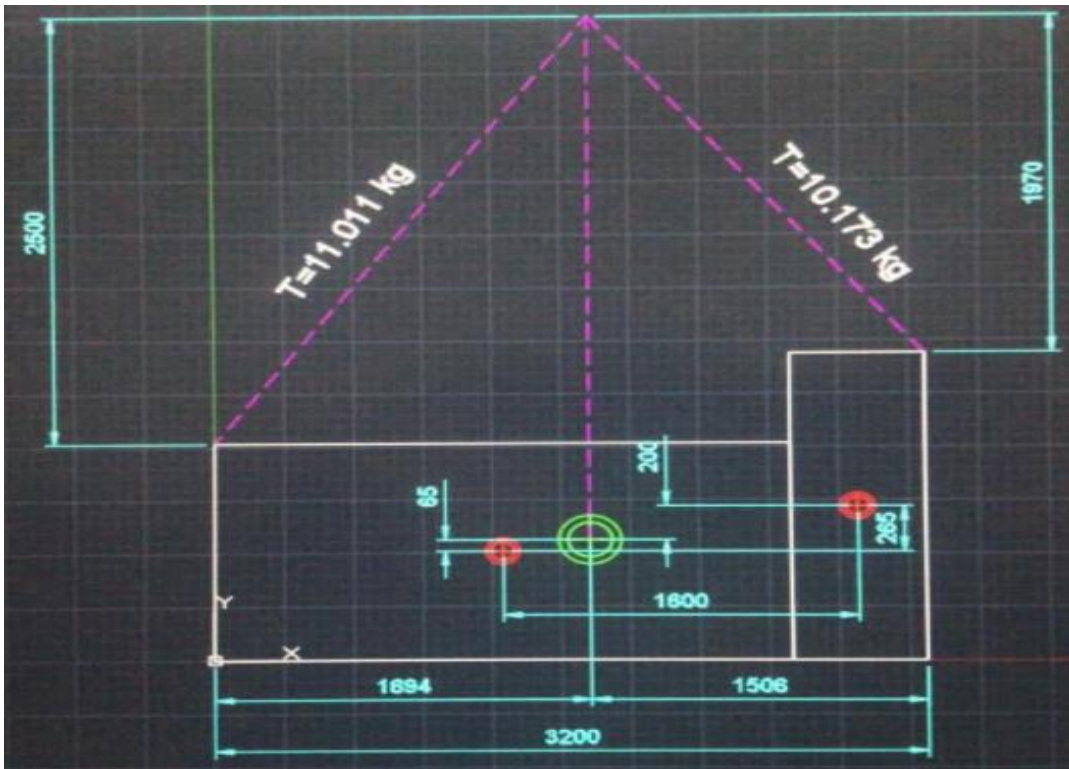
$$(17,199 \times 1,699 \times 2,47) / (1,501 \times 2,5 + 1,699 \times 1,97) = \mathbf{10.166 \text{ kg/f Eslinga 2}}$$

$$(\text{Peso} \times D_2 \times E_1) / (D_2 \times H_1 + D_1 \times H_2) = \text{Tensión } E_1$$

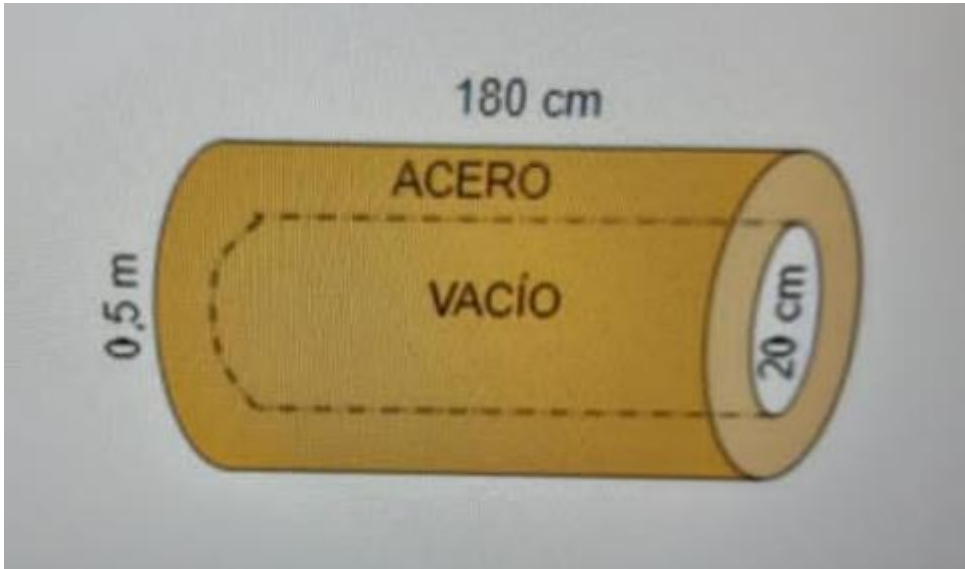
$$(17,199 \times 1,501 \times 3,022) / (1,501 \times 2,5 + 1,699 \times 1,97) = \mathbf{10.989 \text{ kg/f Eslinga 1}}$$

Adjunto el ejercicio en AutoCAD 3D para corroborar lo que he calculado, podrán notar una diferencia en kilos de las tensiones esto por temas decimales el AutoCAD trabaja con todos los decimales, la otra es para corroborar el centro de gravedad el cual me da con unas décimas menos pero tengo los mismos valores de diagonalidad y altura, los he sacado con la fórmula para piezas asimétricas, pasa lo mismo con las tensiones no es el mismo tipo de

fórmula para tensiones con centro de gravedad desplazado, todo esto por ser una pieza asimétrica.



## **FÓRMULA PARA CALCULAR VOLUMEN Y PESO DE LA SIGUIENTE FIGURA**



**$\emptyset^2 \times \pi \times \text{largo} / 4 = \text{Volumen Exterior}$**

$$0,5^2 \text{ mts} \times \pi \times 1,8 \text{ mts} / 4 = 0,353429173 \text{ mts}^3$$

**$\emptyset^2 \times \pi \times \text{largo} / 4 = \text{Volumen Interior}$**

$$0,2^2 \text{ mts} \times \pi \times 1,8 \text{ mts} / 4 = 0,056548667 \text{ mts}^3$$

**Resta de Volúmenes = Volumen Total**

$$0,353429173 \text{ mts}^3 - 0,056548667 \text{ mts}^3 = 0,296880506 \text{ mts}^3$$

**Volumen Total x Peso Específico = Peso de la Figura**

$$0,296880506 \text{ mts}^3 \times 7,85 \text{ ton/mts}^3 = 2,331 \text{ ton.} \longrightarrow 2.331 \text{ kgs.}$$

**El peso de la figura es de 2,331 ton. y su volumen total o real es de 0,296880506 mts<sup>3</sup>**

## ALDO MICHEL ESCOBAR ASTUDILLO



RUT	<b>10.468.460-2</b>
FECHA NAC.	<b>18 de Octubre de 1966</b>
NACIONALIDAD	<b>CHILENO</b>
ESTADO CIVIL	<b>SOLTERO</b>
CELULAR	<b>932630547 (Entel)</b>
CORREO	<b>aldo.escobar.a@gmail.com</b>
CIUDAD	<b>VALPARAÍSO</b>

<b>AUTOR</b> de	Manual Básico del Rigger. Tomo I. Registro de autor. Manual Básico del Rigger. Tomo II. Registro de autor. Manual Básico del Rigger. Tomo III. Registro de autor. Manual Básico del Rigger. Tomo IV. Registro de autor. Manual Básico del Rigger. Tomo V. Registro de autor. Manual Básico del Rigger. Tomo VI. Registro de autor.
<b>INSTRUCTOR</b>	CAPACITACIÓN DE RIGGER EMPRESA ECHEVERRIA IZQUIERDO MONTAJES INDUSTRIALES
<b>RELATOR</b>	CURSO GRUA HORQUILLA CURSO PREPARACIÓN DE RIGGER I CURSO PREPARACIÓN DE RIGGER II