



CENTRO DE INGENIERÍA Y DESARROLLO INDUSTRIAL

ESPECIALIDAD DE TECNÓLOGO EN MECATRÓNICA

“Diseño y cálculo de flotabilidad de boya marina”

**Informe de la Práctica de Entrenamiento
Industrial**

Nombre de la Empresa o Institución:

**CENTRO DE INGENIERÍA Y DESARROLLO INDUSTRIAL
(CIDESI)**

Presenta:

Estudiante: Ing. Julio Cesar Hernández Zúñiga

Tutor Académico: Dr. José Luis Sánchez Gaytán



Querétaro, Qro. Septiembre del 2019

Índice

1.	Introducción.....	1
2.	Planteamiento del problema.....	2
3.	Justificación.....	2
4.	Objetivo general.....	3
5.	Objetivos específicos.....	3
6.	Alcance.....	3
7.	Marco teórico.....	3
8.	Definición de boya.....	4
9.	Densidad.....	5
10.	Flotación.....	7
11.	Cálculo para lograr la flotabilidad.....	10
12.	Tipos de boya.....	10
	ALUMINIO.....	17
	6061-O.....	18
	6061-T6.....	18
	POLIURETANO.....	19
	PINTURA.....	19
13.	Características generales de la Boya.....	21
14.	Diseño de Boya.....	22
15.	Planos de fabricación.....	¡Error! Marcador no definido.
16.	Calculo de la Flotabilidad de la Boya.....	28
17.	Resultados.....	32
18.	Conclusiones.....	41
19.	Bibliografías.....	42
20.	ANEXOS.....	43

1. Introducción.

Desde hace algunos años, el interés sobre diversas áreas del océano ha ido creciendo exponencialmente, lo cual ha conllevado a la creación de nuevas tecnologías y nuevos instrumentos de medición, investigación, monitoreo y exploración del océano marino.

Para este tipo de investigaciones existe el área oceanográfica, que es el encargado de todo el estudio del océano y su comportamiento, para realizarlo existe varios métodos, el comúnmente usado es colocando una boya o serie de boyas para el estudio del mismo o para señalización para barcos (dependiendo la función). Las boyas están equipadas por un gran número de instrumentos y sensores que permiten a científicos, oceanógrafos, meteorólogos y otros investigadores efectuar diversos trabajos e investigadores.

Una boya como tal es un objeto flotante situado en el mar para diversas finalidades, tales como señalización para la navegación o como estación meteorológica, estas disponen de diversos instrumentos de medida de datos oceanográficos y/o ambientales ya sea como para verificar salinidad, temperatura, profundidad, etc. Incluso para detectar submarinos (usado en las guerras).

Las boyas de igual manera que se encuentran flotantes en el mar, pero comúnmente se encuentran ancladas al fondo, esto para abarcar solo una cierta área en específico y tener datos o especificadores concretas, así también evitar que no estén a la deriva por todo el océano. A lo largo de todo el océano podemos encontrar distintos tipos de boyas y variedad de formas y estilos, las hay luminosas, ciegas, esféricas, cilíndricas, cónicas, etc. las más usadas hoy en día son las cónicas y las cilíndricas.

En el Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial (CIDESI) se diseñó una boya para el estudio del océano (temperatura, salinidad, profundidad, entre otros), más específicamente en las costas y océanos mexicanos, al ser utilizado en el océano el material debe ser ligero, anticorrosivo el cual se obtiene al realizar un

recubrimiento (pintura) para protegerlo de la corrosión y de igual manera para que se pueda diferenciar del agua.

En éste informe se verán las consideraciones que se tomaron para el diseño de la boya respecto a su función, se tomó en cuenta su tipo, su forma, peso, tamaño, el cálculo de la flotabilidad, los materiales a utilizar, un diseño en SolidWorks® de la boya completa y algunas imágenes de su construcción.

2. Planteamiento del problema.

Desde el punto de vista mecánico, existen algunos tipos de diseño que son esenciales para el buen funcionamiento de una boya (dependiendo de la tarea a realizar), por lo que es necesario identificar los tipos de diseños existentes, para posteriormente realizar un diseño desarrollado por CIDESI y proponer en los casos donde sea posible alguna mejora en la comodidad para su mantenimiento, o mejora para su funcionamiento en el mar, su resistencia en ese tipo de ambiente y poder lograr una buena flotabilidad.

3. Justificación.

Las boyas como se sabe son un objeto flotante situado en el océano para diversas funciones, como para señalización, como estación meteorológica, para detectar submarinos o para generar algún tipo de energía undimotriz. Para que todas estas funciones se logren (dependiendo de la tarea asignada), es necesario, primero que nada, asegurar que la boya flotara, ya que, si no de nada serviría para estas tareas.

Así que, es necesario calcular o saber si la boya flotara o no, también es necesario saber su diseño (forma, tamaño, materiales, tipo, etc.) ya que dependiendo de su tarea o función se sabe el tiempo que estará en el océano, con esto se tiene que saber los materiales para que resistan ese ambiente, se debe saber igual la forma porque algunas solo se utilizan para señalización y no ocupan

ser grandes, en cambio algunas como las meteorológicas, ocupa ser más grande ya que tienen sensores y electrónica en su interior.

Para todo esto se tiene que saber la función de la boya, en base a eso se realiza su diseño y se calcula su flotabilidad ya que algunas se encontraran adentradas al mar y el ambiente ahí es muy cambiante tanto puede ser tranquilo o muy salvaje, por ejemplo, altas olas o tormentas.

4. Objetivo general.

Diseñar y construir una boya marina de uso meteorológico y calcular su flotabilidad para que pueda tener un funcionamiento adecuado.

5. Objetivos específicos.

- Diseñar prototipo software *SolidWorks®*.
- Seleccionar materiales para construcción de la boya.
- Calcular la flotabilidad de la boya.
- Crear algunas figuras de la boya.

6. Alcance.

El alcance de este proyecto se limita a la construcción de una boya marina.

7. Marco teórico.

Para iniciar este informe primero se tiene que conocer algunos conceptos básicos y funciones de las boyas comerciales, para tener los conocimientos necesarios para realizar nuestro diseño de una boya, de igual manera saber más de los materiales que se propondrán para el diseño de la boya, si cumplen o no los requerimientos para estar en agua salada, también el por qué se toma cada material, de igual manera se debe conocer ciertas ecuaciones para lograr los

cálculos para la flotabilidad, algunos conceptos para saber de qué se está hablando en algunos cálculos, todo esto mencionado se verá en este primer capítulo el cual es el marco teórico.

8. Definición de boya.

Una boya es un objeto flotante situado en el mar para diversas finalidades, tales como señalización para la navegación o como estación meteorológica o incluso para detectar submarinos.

Estas disponen de diversos instrumentos de medida de datos oceanográficos y/o ambientales ya sea como para verificar salinidad, temperatura, profundidad, etc.

De igual manera las boyas son señales flotantes situadas en el mar que comúnmente se encuentran ancladas al fondo. Las boyas pueden servir para distintas finalidades, aún que la principal función es la de orientar a los barcos mediante la señalización de canales y rutas navegables, así mismo también sirven para indicar zonas de peligro o señalar la existencia de algún tipo de cableado o cañerías submarinas. A lo largo de todo el océano podemos encontrar distintos tipos de boyas y variedad de formas y estilos, las hay luminosas, ciegas, esféricas, cilíndricas, cónicas, y un largo etc. las más usadas hoy en día son las cónicas y las cilíndricas.

Las boyas se componen de distintas piezas, la parte que flota en la superficie se la denomina casco o cuerpo flotante, que puede prolongarse hacia abajo en aguas de gran profundidad, esta pieza se suele denominar cola, que es en donde se ubican los contrapesos y los dispositivos que la unen al fondo (en caso de necesitarlo) y por último la estructura superior que dependiendo de la boya puede estar construida de distintos materiales, comúnmente metal o plástico y es en donde se ubican las luces, esta pieza se la denomina torre. Las boyas que se amarran al fondo están sujetas a estructuras de concreto o hierro fundido como se muestra en la Figura 1.

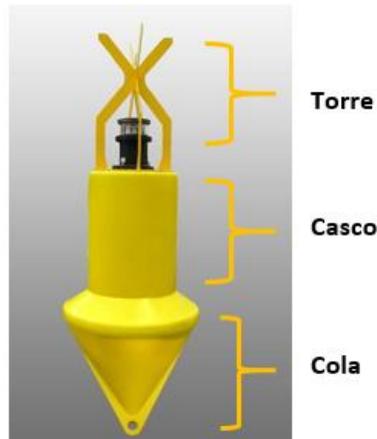


Figura 1. Divisiones de una boya marina comercial

Una boya generalmente es hueca y a menudo esta inflada con aire o con algún gas neutro, aunque también es común encontrar boyas rellenas de un material sólido más ligero que el agua, como puede ser la espuma de poliestireno, con el fin de impedir que el contenido se llene de agua o que se desinfla, perdiendo así, en caso de un pinchazo o fuga tras un golpe.

“La boya debe ser diseñada cuidadosamente para que sea capaz de estar en agua al menos 6 meses resistiendo las condiciones del mar. Una vez cumplido este tiempo, se realiza el mantenimiento, usualmente durante el periodo vacacional. El proceso consiste en buscar las boyas en una embarcación y arrastrarlas hasta un puerto seguro. Allí se sacan con una grúa, se limpian y se calibran todos los instrumentos, que han estado trabajando durante este periodo continuamente.

9. Densidad.

La densidad es una propiedad física característica de cualquier materia. Es la magnitud que expresa la relación entre la masa y el volumen de un cuerpo (m/v); es decir, es la cantidad de materia (masa) que tiene un cuerpo en una unidad de volumen. Su unidad en el Sistema Internacional es el kilogramo por metro cúbico, pero por razones prácticas se utiliza normalmente el gramo por centímetro cúbico.

En el mar la importancia de la densidad deriva del hecho de que las aguas más densas tienden a hundirse y las menos densas a colocarse encima. Se generan así corrientes convectivas por diferencias de densidad; el agua más densa y pesada tiende a bajar y el agua más liviana y menos densa tiende a subir. (Curso de geografía del mar, 2008).

Tabla 1. Variaciones en las profundidades del mar.

Variable	Estabilidad
Densidad	Aumenta con la profundidad
Temperatura	Disminuye con la profundidad
Salinidad	Aumenta con la profundidad

Por otra parte, cuando se agregan iones a un volumen fijo de agua su masa aumenta. Así, un aumento de salinidad produce un aumento en la densidad del agua, por lo tanto, como el agua de mar es una solución (contiene sales en disolución) es más densa.



Figura 2. Variación de la densidad con la salinidad.

9.1 Ecuación de densidad.

Para calcular la densidad utilizaremos la Ecuación 1:

$$\rho = \frac{m}{v} \quad \text{Ecuación... (1)}$$

Dónde:

Tabla 2 Valores de ecuación.

Variable	Magnitudes
P	Densidad de la materia (Kg/m^3)
M	Masa de la materia (kg)
V	Volumen de la materia (m^3)

Se necesita conocer la densidad porque más adelante se calculará la flotabilidad neutra y la presión, el cual este dato es importante. También más adelante se verá algunas densidades que se ocuparan.

10. Flotación.

Cuando se levanta un objeto sumergido en el agua, se notará que es mucho más fácil levantarlo que cuando no se encuentra dentro del agua. Esto se debe a que el agua y los demás fluidos ejercen una fuerza hacia arriba sobre todo cuerpo sumergido dentro del fluido, denominada fuerza de flotación o fuerza de empuje, esta fuerza es la que hace que un objeto parezca más ligero. A este fenómeno se le llama flotación. (Khan academy, 2013).

El fenómeno de flotación consiste en la perdida aparente de peso de los

objetos sumergidos en un líquido. Esto se debe a que cuando un objeto se encuentra sumergido dentro de un líquido, los líquidos ejercen presión sobre todas las paredes del recipiente que los contiene, así como sobre todo cuerpo sumergido dentro del líquido. Las fuerzas laterales debidas a la presión hidrostática, que actúan sobre el cuerpo se equilibran entre sí, es decir, tienen el mismo valor para la misma profundidad. Esto no sucede para las fuerzas que actúan sobre la parte superior e inferior del cuerpo. Estas dos fuerzas son opuestas, una debido a su peso que lo empuja hacia abajo y la otra, que, por la fuerza de empuje, lo empuja hacia arriba. Como la presión aumenta con la profundidad, las fuerzas ejercidas en la parte inferior del objeto son mayores que las ejercidas en la parte superior, la resultante de estas dos fuerzas deberá estar dirigida hacia arriba. Esta resultante es la que conocemos como fuerza de flotación o de empuje que actúa sobre el cuerpo, tendiendo a impedir que el objeto se hunda en el líquido.

Al sumergir un objeto dentro de un líquido, el volumen del cuerpo sumergido es igual al volumen de fluido desplazado. Por lo tanto, la fuerza de empuje tiene una magnitud igual al peso del líquido desplazado por el objeto sumergido. (Terán, 2009).

Es importante hacer notar que la fuerza de empuje no depende del peso del objeto sumergido, sino solamente del peso del fluido desalojado, es decir, si tenemos diferentes materiales (acero, aluminio, bronce), todos de igual volumen, todos experimentan la misma fuerza de empuje.

Para conocer la magnitud de la fuerza de flotación se debe entender la expresión "el volumen del fluido desplazado". Si se sumerge completamente un objeto en un recipiente lleno con agua hasta el borde, un poco del líquido se derramará, y decimos que el agua es desplazada por el objeto. El volumen del objeto es igual al volumen del líquido desplazado.

La densidad del agua es de 1 g/cm^3 (1000 kg/m^3), el número de gramos de masa del fluido corresponde al número de centímetros cúbicos de volumen del objeto. Éste es un buen método para determinar el volumen de objetos de forma

irregular. Un *objeto* completamente sumergido siempre desplaza un volumen de fluido igual a su propio volumen. Es decir, el volumen del cuerpo es igual al volumen de líquido desalojado. (Terán, 2009).

El principio de Arquímedes se aplica a objetos de cualquier densidad. En caso de conocer la densidad del objeto (Figura 3), su comportamiento al estar sumergido dentro de un fluido puede ser:

- Si el objeto es más denso que el fluido en el cual está sumergido, el objeto se hundirá.
- Si la densidad del objeto es igual a la del fluido en el cual está sumergido, el objeto no se hundirá ni flotará.
- Si el objeto es menos denso que el fluido en el cual está sumergido, el objeto flotará en la superficie del fluido.

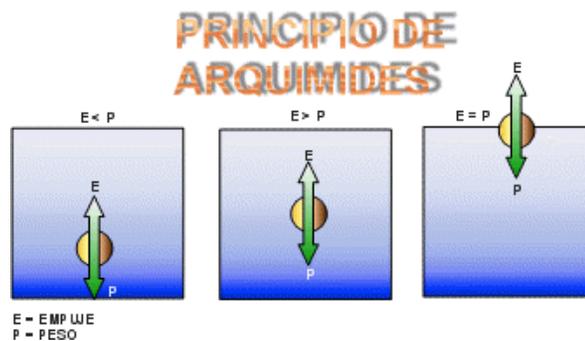


Figura 3. Principio de flotabilidad según Arquímedes.

Como se ha dicho la flotación es un proceso de separación sólido-líquido o líquido-líquido, la cual es aplicada para partículas cuya densidad es menor que el líquido en la que están, y existen 3 tipos de flotación las cuales son flotación natural, ayudada e inducida los cuales se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. Tipos de flotación.

Flotación natural	Flotación ayudada	Flotación inducida
Es la diferencia en la densidad natural es suficiente para la separación.	Ocurre cuando se utilizan los medios externos para promover la separación de las partículas que están flotando de forma natural.	Ocurre cuando la densidad de las partículas es artificialmente disminuida para permitir que las partículas floten. Esto se basa en la capacidad de ciertas partículas sólidas y líquidas para unirse con las burbujas de gas (usualmente aire) para formar (partícula-gas) con una densidad menor que el líquido.

11. Cálculo para lograr la flotabilidad.

En el siguiente apartado se observará cómo se calcula la cantidad necesaria de volumen de un fluido para lograr la flotabilidad neutra, pero antes de calcularlo se tiene que saber el volumen de la materia o sistema, despejando la Ecuación de la densidad:

$$V = \frac{m}{\rho} \quad \text{Ecuación.... (2)}$$

Dónde:

Tabla 4 Valores de la ecuación.

Variable	Magnitudes
ρ	densidad de la materia (kg/m^3)
m	masa de la materia (kg)
V	volumen de la materia (m^3)

Estos son algunos conceptos útiles para el proyecto, ya conocidos estos conceptos podemos retomar el tema de los planeadores submarinos.

12. Tipos de boya.

Los distintos tipos de boyas se pueden clasificar según su finalidad. Podemos encontrar boyas de balizamientos, es decir, boyas cuya función es ayudar en la navegación delimitando un canal marítimo, obstáculos o áreas administrativas, de esta manera brindar seguridad a los barcos. Por otro lado, encontramos las boyas salvavidas, las cuales fueron diseñadas para ser alcanzadas a una persona que se encuentre en el agua para proporcionarle flotación y tiempo para que el equipo de rescate llegue a auxiliarla. Existe un tipo de boyas especiales que cumplen funciones específicas manejadas por señales de radar. Algunas de estas se especializan en la detección de tsunamis o maremotos o cualquier tipo de fenómeno natural extremo, estas boyas detectan cambios en la presión de agua.

Los correntómetros, son boyas a la deriva, tienen forma tubular y por lo general se construyen de aluminio. Tienen un sistema incorporado que sirve para comprobar los cambios en las velocidades de las corrientes oceánicas. Uno de los tipos de boyas más utilizados son las boyas meteorológicas y oceanográficas, adaptadas con un sistema de recolección de información para obtener datos sobre el estado del clima en altamar.

En las actividades de submarinismo e investigación científica se suelen utilizar dos tipos de boyas; las de balizamiento como modo de comunicación con la superficie en caso de emergencia. Para indicar la posición se utilizan boyas inflables que también se suelen utilizar como ayuda para sacar objetos pesados del agua. Las boyas se utilizan como guía también en competencias náuticas para marcar sitios de viraje, por lo general en regatas de vela. Finalmente tenemos el tipo de boya de uso más conocido y cotidiano, las boyas de pesca. Estos son simples corchos o flotadores que evitan que las cañas y redes se hundan en el agua, al mismo tiempo que indican la posición del anzuelo o la red.

Existen varios tipos de boyas, las cuales dependen de su aplicación, vamos a describir algunas de las principales boyas, las cuales se describen a continuación:

- Las **Boyas de balizamiento** ayudan a la navegación marcando un canal fluvial o marítimo, así como obstáculos y áreas administrativas, para permitir a los barcos navegar con seguridad.



Figura. 4 Muestra los diferentes tipos de Boyas de Balizamiento Marítimas.

- Las **Boyas DART**, de detección de tsunamis o maremotos, que pueden detectar cambios drásticos en la presión del agua y forman parte de los *sistemas de alerta de tsunamis*.



Figura. 5 Muestra una Boya para alerta de Tsunamis o Maremotos tipo DART.

- Las **Sono-boyas**, las cuales son utilizadas en la guerra submarina para detectar submarinos mediante el sónar.

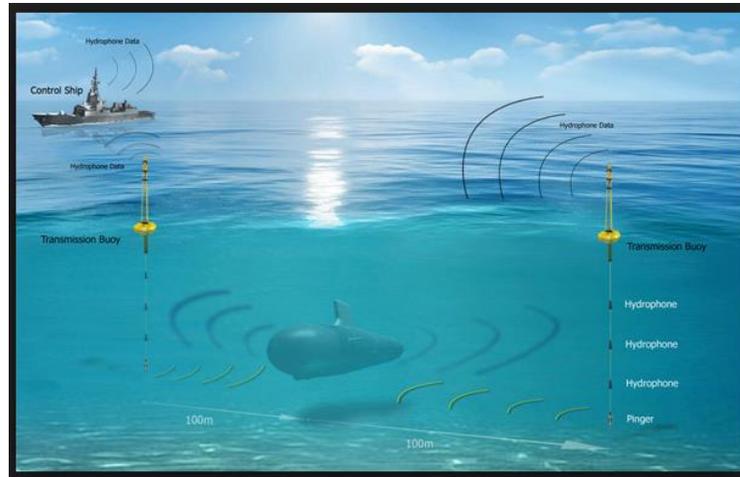


Figura. 6 Muestra la imagen de una Boya Tipo Sono-Boyas.

- Las **Boyas a la Deriva** o **Correntómetros**, tubulares y generalmente son de aluminio, las cuales pueden regularse para permanecer a un cierto nivel de densidad, y así comprobar la velocidad de las corrientes marinas.

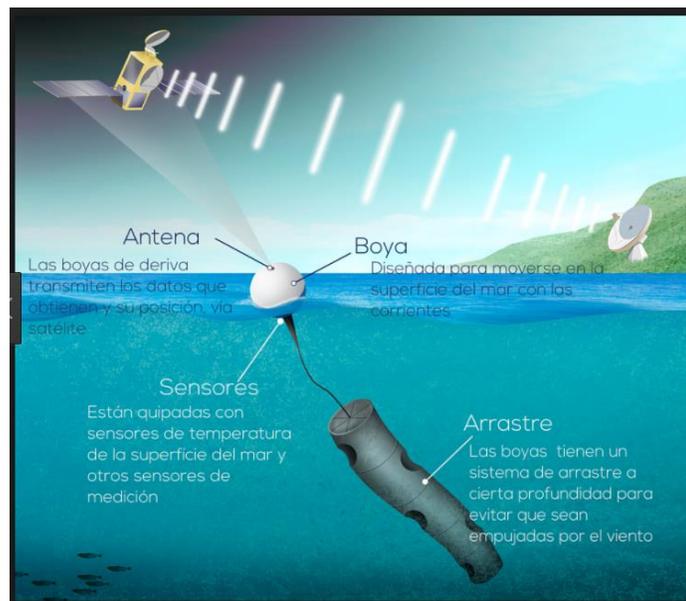


Figura. 7 Muestra la imagen de una Boya a la Deriva o Correntómetros.

- Las **Boyas Meteorológicas** y **Oceanográficas**, que incorporan sistemas de adquisición de datos para obtener datos meteorológicos y oceanográficos en

alta mar. Además, ayudan a Delimitar áreas, ayudan a la navegación, permiten monitorear las zonas costeras y oceánicas.



Figura. 8 Muestra la imagen de una boya Tipo Meteorológica de la Universidad de Puerto Rico Mayagüez.

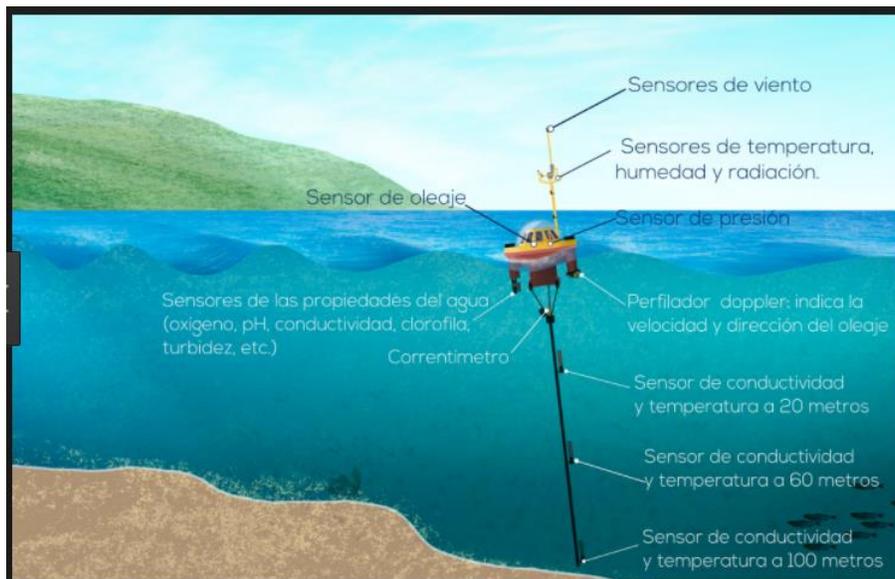


Figura. 9 Muestra la imagen de una Boya Oceanográfica.

- Las **Boyas de Elastómero** son fabricadas con espuma de polietileno de cedula cerrada cubierta de poliuretano, elastómero auto coloreado lo que hace prácticamente insumergible, incluso en caso de estar muy dañada. Este tipo de boyas requiere muy poco mantenimiento y tienen una excelente resistencia a la corrosión y al impacto. Ofrecen una buena estabilidad en puertos grandes y pequeños además de condiciones de mar abierto.



Figura. 10 Muestra la imagen de una Boya de Elastómero.

- **Boyas Spar**, son boyas muy altas y de base muy estrecha, pueden tener un ensanchamiento a mitad de su altura.

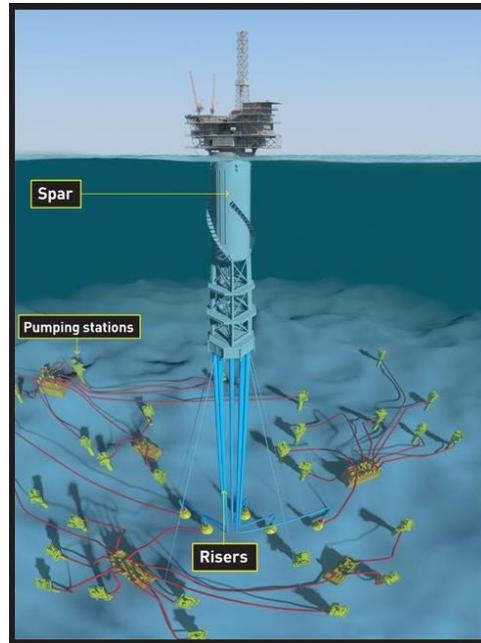


Figura. 11 Muestra la imagen de una Boya del Tipo Spar.

- **Boyas Cilíndricas**, son tambores, generalmente más anchos que altos en su parte emergente.



Figura. 12 Muestra la imagen una Boya Tipo Cilíndrica.

- **Boyas Cónicas**, son boyas cuyo cono es bastante bajo en relación a la base (una vez la base, aproximadamente).



Figura. 13 Muestra la imagen de una Boya Tipo Cónica.

Conocido los diferentes tipos de boyas, se tiene que tener en cuenta los materiales de los cuales estará conformada la boya, se tiene que saber también cuál será el recubrimiento ya que se encontrará en un ambiente corrosivo, el recubrimiento en la boya es para lograr resistir el tiempo necesario con menor daño posible, después de del recubrimiento se tiene que pintar para que se logre diferenciar en el agua , después de saber sus dimensiones, peso y forma, se realizaran los cálculos para la flotabilidad e incluso para saber que tanto estará la boya sumergida todo lo mencionado se verá a continuación.

ALUMINIO

Se eligió el aluminio más específico el 6061 ya que es ligero y resistente a la corrosión a comparación de otros metales.

El aluminio 6061 es una aleación de aluminio endurecido que contiene como principales elementos aluminio, magnesio y silicio. Originalmente denominado "aleación 61S" fue desarrollada en 1935. Tiene buenas propiedades mecánicas y para su uso en soldaduras. Es una de las aleaciones más comunes de aluminio para uso general, especialmente estructuras de alta resistencia que requieran un buen comportamiento frente a la corrosión, camiones, barcos, vehículos ferroviarios, mobiliario y tuberías.

Se emplea comúnmente en formas pre templadas como el 6061-O y las templadas como el 6061-T6.

Las propiedades mecánicas de la aleación dependen en gran medida del templado del material. El módulo de Young es de 69 GPa independientemente del templado.

6061-O

El 6061 recocido, denominado 6061-O presenta su máxima resistencia a la tracción a 125 MPa y su límite elástico a 55 MPa. El material experimenta una elongación entre el 25 y 30%.

6061-T6

La forma templada T6 presenta una resistencia máxima a la tracción de 290 MPa y un límite elástico de 241 MPa. Otros valores que pueden alcanzarse son 310 MPa y 275 MPa respectivamente.

Uso común del aluminio 6061:

- Es usado en todo el mundo para la construcción de estructuras de aeronaves, como las alas y el fuselaje de aviones comerciales y de uso militar. La aleación de aluminio 2024 es algo más resistente, pero la 6061 es más fácil de manipular y es resistente a la corrosión incluso cuando la superficie ha sido erosionada a diferencia de la 2024 que debe ser recubierta con una fina película de Alclad (pequeña lamina de aluminio resistente a la corrosión) para evitar la corrosión.
- En la construcción de yates, incluidos pequeñas embarcaciones.
- En piezas de automóviles como separadores para las ruedas.
- En la manufactura de latas de aluminio para el empaquetado de comida y bebidas.
- En la fabricación de botellas de aire comprimido para buceo y equipos de respiración autónoma a partir de 1995.

Para más información ver **anexo 1**.

POLIURETANO

El poliuretano es un polímero extensamente utilizado en numerosos procesos industriales. Es el resultado de una mezcla de poliol e isocianato.

Actualmente, el poliuretano se encuentra en muchos ámbitos nuestra vida diaria. Sus aplicaciones son muy diversas. Además de poseer mayor flexibilidad que otros agentes similares, destaca por su resistencia al impacto de solventes químicos, utilizada de igual manera en boyas oceanográficas o en embarcaciones pequeña.

Usos comunes del poliuretano:

- Aislante para neveras y congeladores.
- Productos aislantes para construcción.
- Componentes de automóviles.
- Recubrimientos.
- Adhesivos.

PINTURA

Como la boya está diseñada con un material metálico, si no se recubre con algún tipo de pintura o recubrimiento, el tiempo de vida del material se acorta, así que se tiene que escoger un recubrimiento para reforzar la boya. Para esto se utilizará primero que nada una mezcla del primario epoxico de altos solidos CRP6 modificado blanco de la marca Nervión.



Figura. 14 Mezcla primaria epóxica de altos solidos CRP6 (blanco).

Es un recubrimiento Epóxico de 2 componentes, catalizado, teniendo un alto contenido de cromato de Zinc, pigmento inhibidor de corrosión. Destaca por su inigualable resistencia a la corrosión y adherencia.

Producto de secado rápido, de fácil aplicación y apropiado para ser usado en una gran variedad de sustratos tales como: acero al carbón.

Se utiliza como primario anticorrosivo de alta calidad y excelente desempeño en ambientes marinos e industriales con alta corrosión. Ideal para pintar estructuras, embarcaciones diversas, carros tanque, pipas, etc.

Teniendo ya la primera capa de pintura o recubriendo epóxico, encima de ella se aplicará pintura de poliuretano color amarilla de la marca PYROLAC.



Figura. 15 Pintura de poliuretano color amarilla.

Es un recubrimiento de dos componentes elaborado a base de un poliéster y un catalizador de polisocianato. La pintura de poliuretano ofrece excelente resistencia a la abrasión, al impacto, intemperie, resistencia química y exposición en ambientes salinos, además de alto brillo y retención de color.

USOS Y BENEFICIOS DE LA PINTURA DE POLIURETANO:

- Interior y exterior de estructuras de trabajos pesados como refinerías.
- Instalaciones marinas.

- Instalaciones petroleras.
- Exterior de tanques de almacenamiento.
- Inmersión parcial ó intermitente en agua dulce y salada.

Metodología

En este capítulo se hablará más que nada del proceso de cómo se diseñó la boya, tanto las partes que la componen, su material, sus medidas en individual, en palabras más simples se hablara del desarrollo.

Para esto se debe saber para que servirá la boya o cuál es su tarea, esto para empezar el diseño, se sabe que la boya se utilizara para el estudio del océano, como, por ejemplo, la salinidad, temperatura, profundidad, etc. Conociendo su función se puede empezar con el diseño.

13. Características generales de la Boya.

1. **Electrónica:** Es la base donde se colocara la parte de la electrónica la cual ocupara un pequeño espacio en la boya, el encargado requiere ese espacio para incorporar todo lo que necesita para operar la boya marina.
2. **Cola:** La cola será fabricada en Aluminio 6061 T6, la cola esta soldada en la parte inferior del cuerpo de la boya, e igual a su vez estará unida a una cadena (Anexo 2 y 3) la cual estará anclada ala profundidad y tendrá un jugo de 3 metros esto por si la marea sube. Esto para que solo analice una cierta área y la marea no se la lleve.
3. **Cuerpo de la Boya:** La boya será fabricada en Aluminio 6061 T6 con tapa.
4. **Flotador:** El flotador será de Poliuretano de cedula cerrada, el cual se colocará como un anillo en el cuerpo de la boya. Al ser de ese material lo ayudara aún más para que no se hunda, ya que tiene menor densidad que el agua de mar.

5. Pintura: Sera impregnada primeramente con un fondo especial para posteriormente ser bañada con pintura de poliuretano para evitar la corrosión.
6. Color y forma: El color será en amarillo esto para que se logre diferenciar en el mar, desde una distancia lejana y la forma será cilíndrica esto para facilitar la manufactura.
7. Tornillería: Toda la tornillería será en acero Inoxidable, esto porque se encontrará trabajando en un ambiente corrosivo los tornillos debne de ser resistentes a ese ambiente mínimo 6 meses (mantenimiento).

14. Diseño de Boya.



Figura. 16 Base para la electrónica hecha de perfiles de aluminio 6061, con tres placas de aluminio.

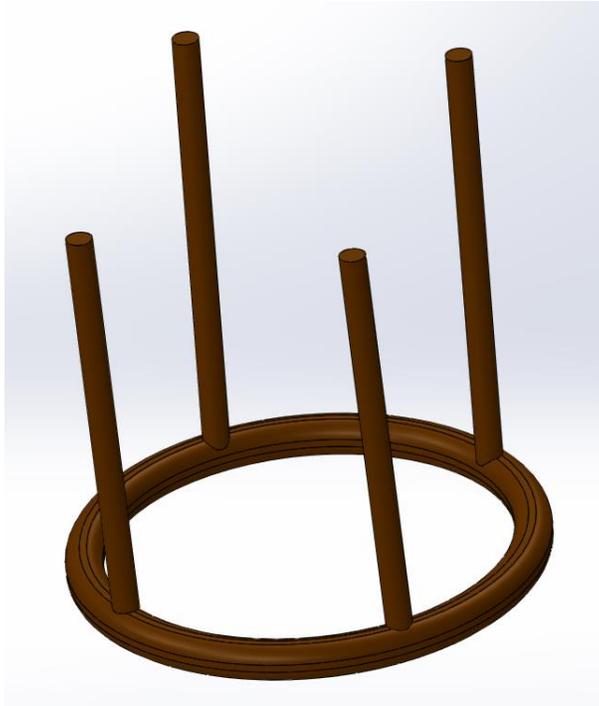


Figura.17 Cola o Parte inferior la cual ira soldada con la parte media y es con la que estará unida con la cadena y los grilletes.

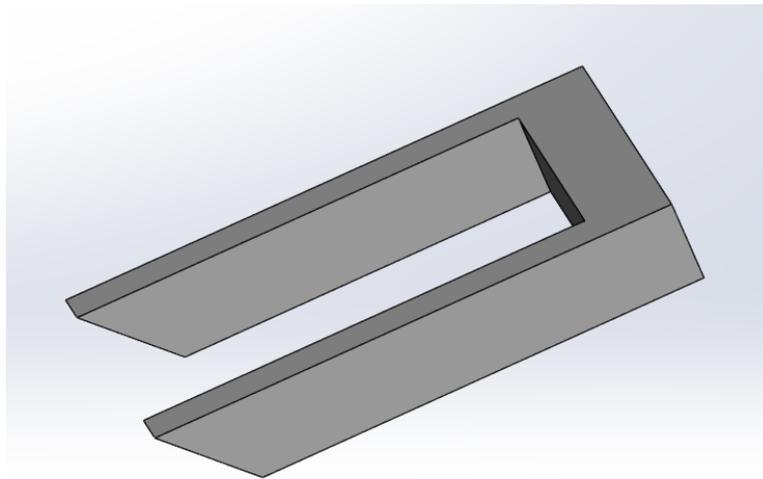


Figura.18 Agarradera de la tapa de la boya para fácil movilidad en el mantenimiento hecha de aluminio.

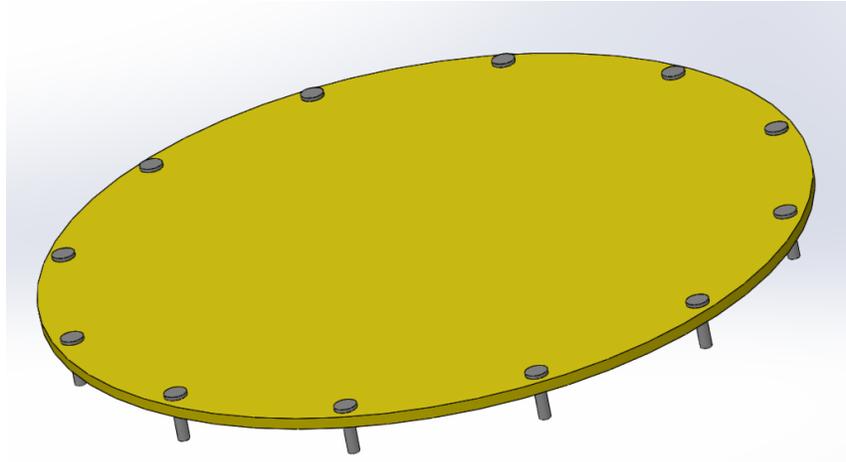


Figura.19 Tapa de la boya hecha de una placa de aluminio 6061 de 1/2" de espesor.

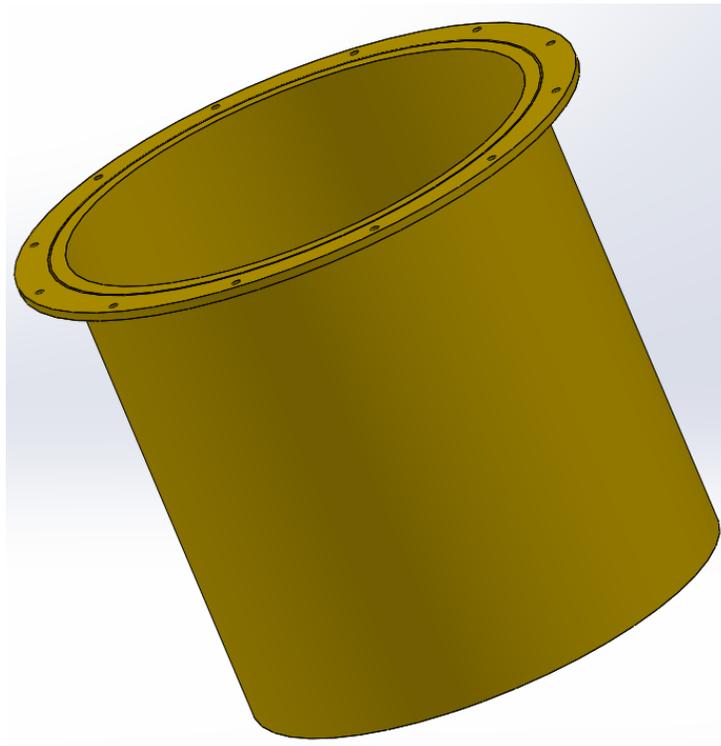


Figura.20 Parte media de la boya

Está hecha de una placa rolada de un espesor de 1/4" de aluminio y viene solada de igual manera de una placa la cual tiene orificios para unir la tapa y pequeño canal para colocar el oring, en ella estará alojada la base de la electrónica.

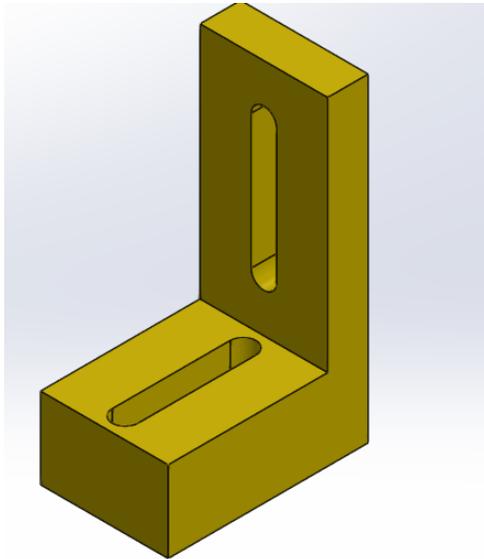


Figura.21 Soporte de flotador para montar o desmotar el flotador, hecho de aluminio.

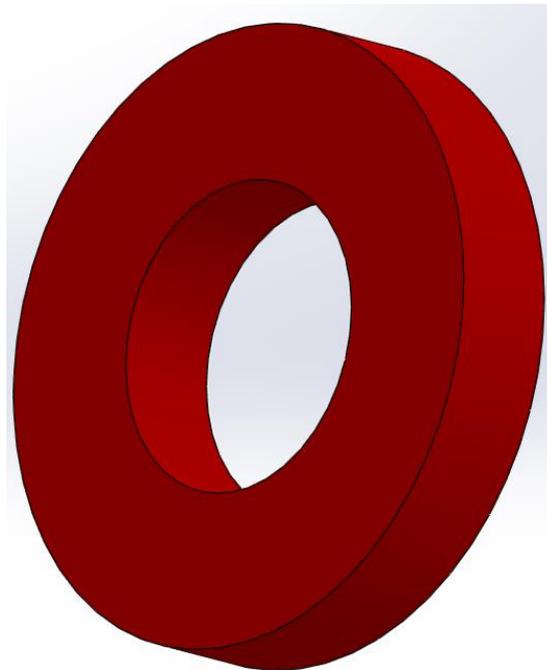


Figura.22 Flotador de Poliuretano hecho para que la boya flote.

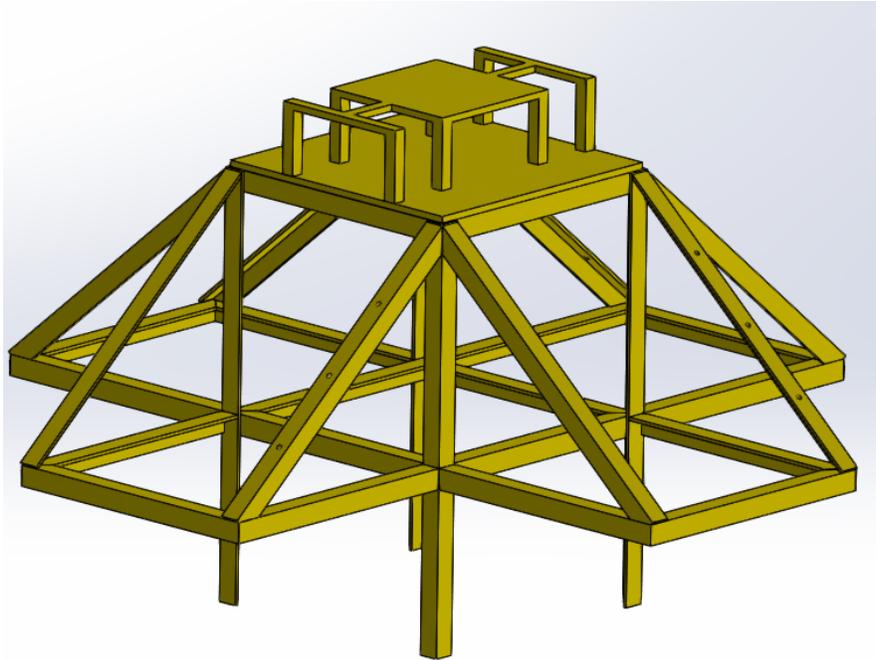


Figura.23 Estructura superior

Dicha estructura está hecha de perfiles o ángulo de aluminio 6061 de 1/2" X 1/2" X 1/4" de espesor, los perfiles que se encuentran inclinados tienen un ángulo de 41° que es donde irán los paneles solares, antes de empezar a realizar el diseño de la estructura superior, se pidieron las medidas de los paneles a utilizar y los grados de inclinación que necesitaban para su buen funcionamiento y en base a eso se empezó a diseñar, de igual manera la pequeña estructura que se encuentra encima, primero se preguntó que llevaría y que dimensión se ocuparía, en base a eso se realizó el diseño.

Al comienzo del diseño de la estructura superior se propuso primero realizarlo con PTR, pero al terminar el diseño en solidworks por medio del software se pesó y la estructura total pesaba aproximadamente una tonelada, al ser muy pesada se propuso realizarse con perfiles con las dimensiones mencionadas en el texto anterior, con eso se logró reducir casi a la mitad del peso anterior así es por eso que se realizó con perfiles.

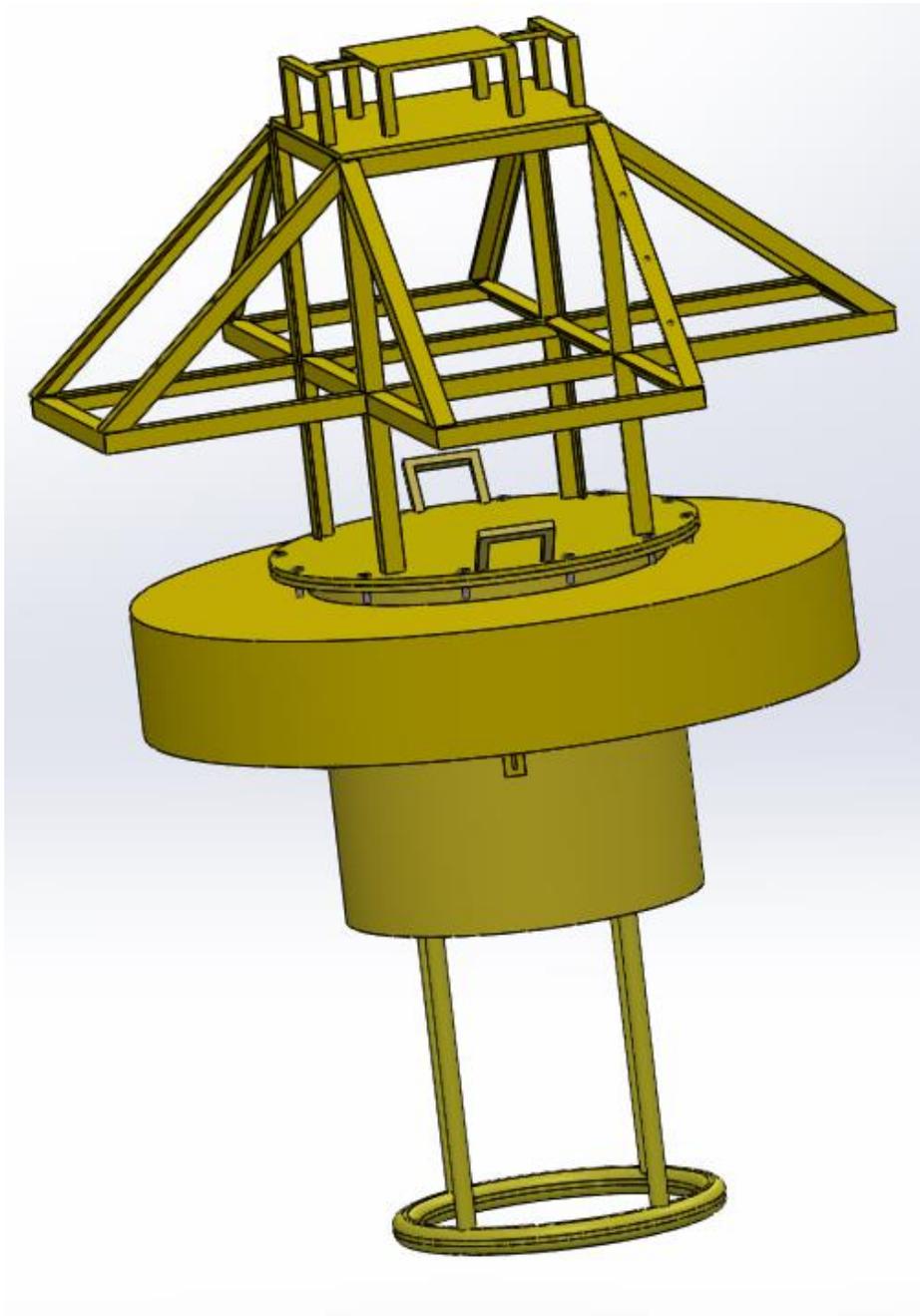


Figura.24 Boya general ya ensamblada.

15. Calculo de la Flotabilidad de la Boya.

El material a utilizar para la fabricación de la boya será Aluminio 6061-t6 y el tipo de boya que se fabricará será del tipo Cilíndrica.

Características de la Boya cilíndrica:

$$\varnothing = 70 \text{ cm} = 0.70 \text{ m}$$

$$h = 70 \text{ cm} = 0.70 \text{ m}$$

$$\rho_{H_2O} = 1,027 \text{ kg/m}^3 \text{ (es la densidad del agua de mar)}$$

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$m_{Al} = 150 \text{ kg} \text{ (es el peso de toda la estructura de Aluminio)}$$

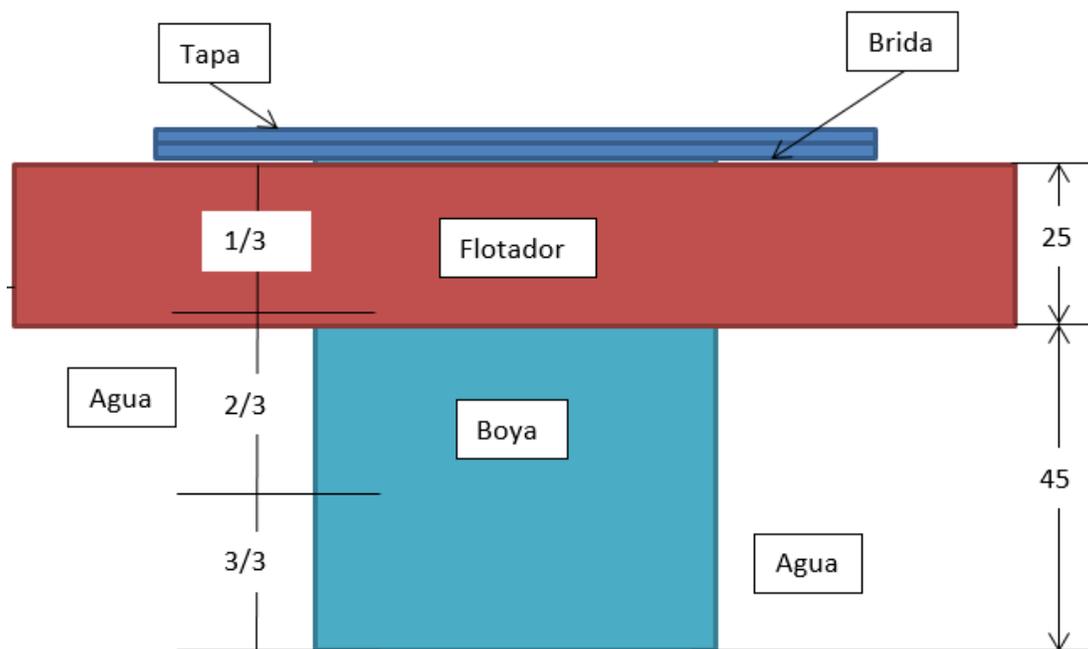


Figura. 34 Muestra la boya a realizar con los elementos que la conformará y lo que se sumergirá.

Para determinar el Volumen de la Boya tenemos la siguiente ecuación:

$$Vol = h * \pi * r^2$$

Substituyendo los valores tenemos que:

$$Vol_{Total} = 0,7 \text{ m} * 3,14 * (0,35)^2$$

$$Vol_{Total} = 0,7 m * 3,14 * 0,12$$

$$Vol_{Total} = 0,2638m^3$$

Para determinar el Peso (P) de la Boya tenemos la siguiente ecuación:

$$P_{Boya} = m * g$$

Substituyendo los valores tenemos que la flotabilidad tiene un valor de

$$P_{Boya} = 150 kg * \frac{9.81m}{s^2}$$

$$P_{Boya} = 1.471,5 kg m/s^2$$

$$P_{Boya} = 1.471,5 N$$

Para saber si la boya flotará utilizaremos la ecuación 1 la cual es $\rho = \frac{m}{v}$, la cual es de densidad, Donde:

$$\rho = \text{Densidad} \left(\frac{kg}{m^3} \right)$$

$$m = \text{Masa (kg)}$$

$$v = \text{Volumen (m}^3\text{)}$$

Substituyendo con los valores ya obtenidos anteriormente queda que:

$$\rho_{boya} = \frac{150 kg}{0,2638 m^3} = 568,61 \frac{kg}{m^3}$$

Tomando en cuenta la densidad del agua salada que es $1.027,5 \frac{kg}{m^3}$, eso quiere decir que la boya tendera a flotar, ya que la densidad del agua es mayor a la densidad de la boya.

Luego tenemos que, si observamos la figura. 24, notamos que la boya estará sumergida aproximadamente $\frac{2}{3}$ de su volumen total en el agua salada.

Como el cilindro está sumergido $\frac{2}{3}$ de su volumen total, esto nos indica que el cilindro está flotando, por lo tanto, se cumple que:

P = E entonces la Boya estará en Equilibrio

Donde P es el peso y E es el empuje, y que además sabemos que E es el volumen de agua desplazada por la boya, tomando en cuenta el principio de Arquímedes.

Por lo que se debe calcular el volumen desplazado de agua por la boya (el cual es igual al volumen sumergido en el agua).

Utilizando la ecuación $P = E$, obtenemos el empuje que recibe la boya, pero conocemos además el peso de la boya, por lo que podemos escribir la ecuación de la siguiente manera:

$P = E = 1,471.5 \text{ N}$, donde el Empuje es igual Peso.

Verificando tenemos que:

$$E = \rho * g * Vol_{Des} \text{ y que } P = m * g$$

Entonces, si despejamos al Vol_{Des}

$$Vol_{Des} = \frac{m * g}{\rho * g}$$

$$\text{Entonces el } Vol_{Des} = \frac{m}{\rho}$$

$$\text{Sustituyendo valores tenemos que: } Vol_{Des} = \frac{150 \text{ kg}}{1027 \text{ kg/m}^3}$$

$$Vol_{Des} = 0,1460 \text{ m}^3$$

Comprobación:

$$\rho * g * Vol_{Des} = m * g$$

$$1.027 * 9,81 * 0,1460 = 150 * 9,81$$

$$\underline{1.471 \text{ N} = 1.471,5 \text{ N}}$$

Para determinar el volumen sumergido en m^3 realizamos una regla de 3, de la siguiente manera:

$$\begin{array}{ccc} 1 \text{ Vol}_{Tot} & \longrightarrow & 0.2693 \text{ m}^3 \\ 2/3 \text{ Vol}_{Tot} & \longleftarrow & X \end{array}$$

Entonces $X = 2/3 (0,2693)$

$X = 0,1795 \text{ m}^3$ lo que es aproximadamente $X = 0.18 \text{ m}^3$

Por lo tanto, el Volumen sumergido es aproximadamente

$$Vol_{Sum} = 0.18 \text{ m}^3$$

$$Vol_{Tot} = 0.27 \text{ m}^3$$

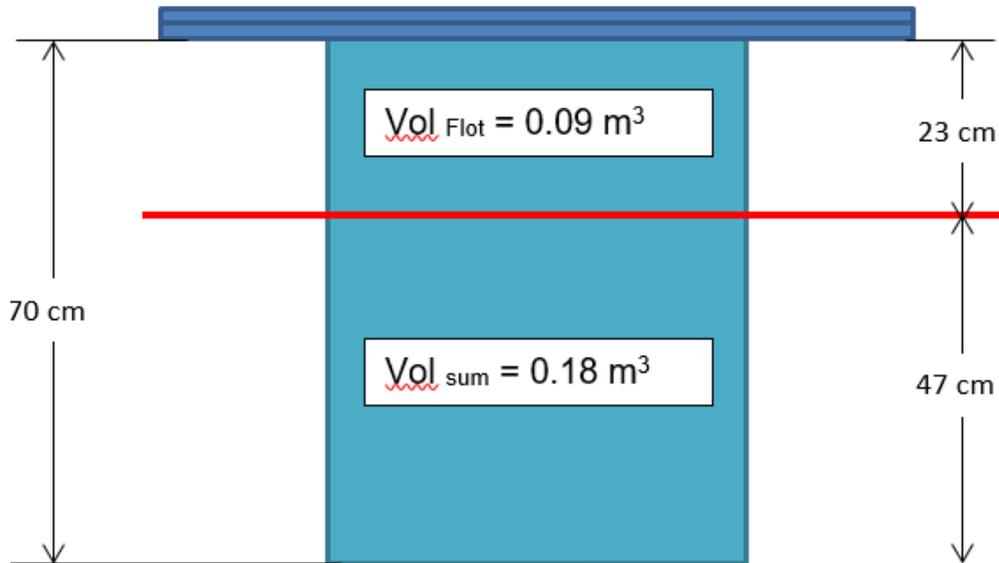


Figura. 35 Muestra el volumen que se sumergirá y el volumen que se encontrará en la superficie.

Para determinar la altura en centímetros de la boya que está sumergida en el agua tenemos la siguiente ecuación:

$$E = \rho * g * Vol_{sum}$$

Pero conocemos que el $Vol_{sum} = \pi * r^2 * h$

Entonces despejando la altura h tenemos que

$$\frac{Vol_{sum}}{\pi * r^2} = h$$

Sustituyendo valores tenemos que

$$h = \frac{0,18 m^3}{\pi * (0,35)^2}$$

$$h = \frac{0,18 m^3}{0,3848 m^2}$$

por lo tanto la altura sumergida es $h = 0,4677 m$ o aproximadamente

$$h = 47 cm$$

16. Resultados.

En este informe solo se iba a hablar del diseño de la boya, como extra se mostrará algunas imágenes de la construcción de la Boya en el taller de soldadura que se encuentra en las instalaciones del CIDESI.

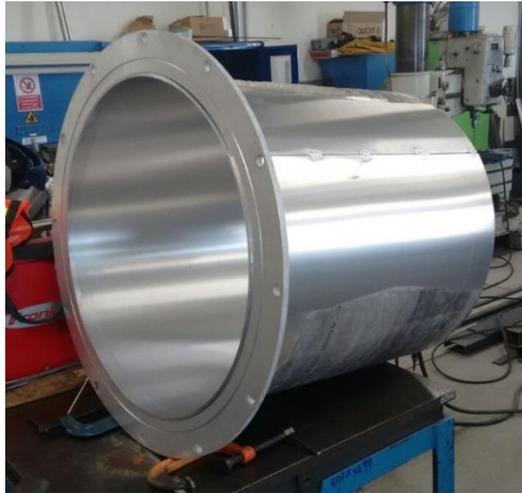


Figura. 36 Muestra el cuerpo principal de la Boya de Monitoreo, de placa de Aluminio 6061 T6 de 1/2" para su fabricación.



Figura. 1 Muestra la fabricación de la tapa superior del cuerpo principal de la Boya, la cual es de la placa de Aluminio 6061 T6 de 1/2" para su fabricación.



Figura. 38 Muestra la fabricación de la estructura superior de la Boya, los ángulos son de Aluminio de 1 1/2" X 1 1/2" X 1/8" para su fabricación.



Figura.39 Muestra la soldadura de Aluminio ER4043 AWS A5.10, la cual es necesaria para la fabricación de la estructura superior de la Boya de Monitoreo.



Figura. 40 Muestra los tornillos de Acero Inoxidable para la instalación de la tapa principal de la Boya de Monitoreo.



Figura. 41 Muestra el molde en Acero al Carbón para la fabricación del flotador para la Boya de Monitoreo.



Figura. 42 Muestra el montaje de los paneles fotovoltaicos a la estructura superior de la Boya de Monitoreo.



Figura. 43 Muestra caja donde se colocará la electrónica y las baterías para la Boya.



Figura. 44 Muestra los soportes de aluminio que se colocaran para la sujeción del flotador para la Boya.



Figura. 45 Muestra el flotador de espuma de poliuretano para la Boya.



Figura. 46 Muestra las agarraderas de aluminio para maniobrar la tapa y hacer mantenimiento en la Boya.



Figura. 47 Muestra la estructura superior después de haberle aplicado el fondo epóxico primario para la Boya.



Figura. 48 Muestra todas las partes principales de la boya después de haberles aplicado el fondo epóxico primario, para la Boya.



Figura. 49 Muestra uno de los sujetadores del flotador después de haberles aplicado el fondo epoxico primario, para la Boya.



Figura. 50 Muestra el flotador después de haberle aplicado el fondo epoxico primario, para la Boya.



Figura. 51 Muestra el flotador después de haberle aplicado la pintura amarilla y anticorrosiva, para la Boya.



Figura. 52 Muestra todas las partes principales de la boya después de haberles aplicado la pintura amarilla y anticorrosiva, para la Boya.

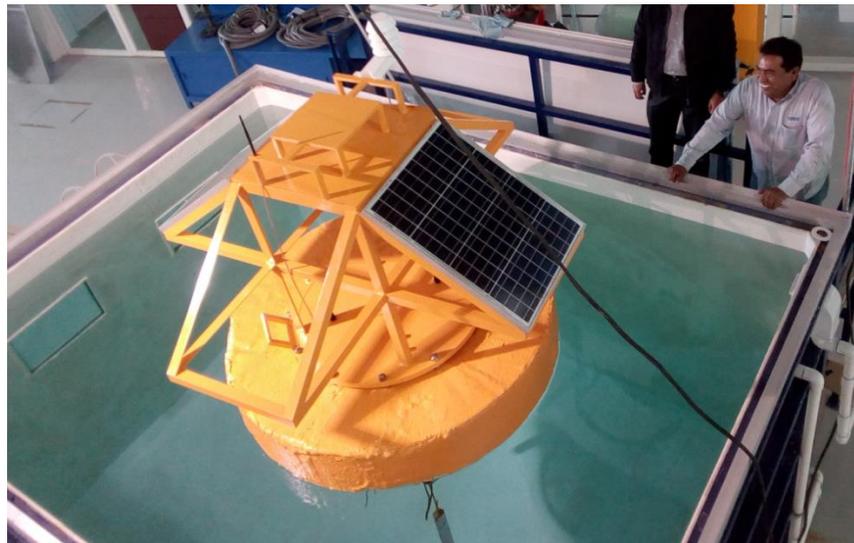


Figura. 53 Muestra la vista posterior de la Boya terminada dentro de la alberca realizando sus primeras pruebas.



Figura. 54 Muestra la vista frontal de la Boya terminada dentro de la alberca realizando sus primeras pruebas.

17. Conclusiones.

Este informe ha servido para realizar el diseño de una boya la cual se usará para el estudio del océano, se logró promedio del diseño facilitar su manejo para su mantenimiento, gracias a sus agarraderas y con el aro que se encuentra en la estructura inferior para desanclarla solo sería desatornillar los grilletes con los que se encuentra agarrados, también por parte de los circuitos se podría decir que es independiente de la boya, ya que como se encuentra en una base que se puede quitar con facilidad se podrán realizar el mantenimiento sin riesgo a que se pueda dañar los circuitos.

Ya que la boya está hecha de aluminio 6061-T6 que es más resistente a la corrosión y aparte tiene la base epóxica y la pintura de poliuretano lo hará más resistente al ambiente corrosivo del océano, gracias a eso podrá estar más tiempo en el mar sin que se dañe.

18. Bibliografías.

1. *Curso de geografía del mar.* (2008). Obtenido de Propiedades del agua de mar :
http://www7.uc.cl/sw_educ/geo_mar/html/h341.html
2. *khanacademy.*(2013). Obtenido de ¿Qué es la fuerza de flotación?:
<https://es.khanacademy.org/science/physics/fluids/buoyant-force-and-archimedes-principle/a/buoyant-force-and-archimedes-principle-article>
3. Terán, L. V. (2009). *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.* Obtenido de Principio de Arquímedes:
<https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/prepa4/n3/m4.html>
4. <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/prepa4/n3/m4.html>
5. [http://www.alacermas.com/img/galeria/files/aluminio/chapa_6061_aluminio\(1\).pdf](http://www.alacermas.com/img/galeria/files/aluminio/chapa_6061_aluminio(1).pdf)
6. http://www.nervion.com.mx/web/info_comercial/E1401PECR_MARINO.php
7. <http://polyurethanes.org/es/que-es>
8. <http://mesemar.com/wp-content/uploads/2015/01/Cadenas.pdf>
9. <http://mesemar.com/wp-content/uploads/2015/01/Grilletes.pdf>

19. ANEXOS. Y DEFINICIONES

Alclad es una marca registrada de Alcoa empleada como término genérico para describir una lámina de aluminio resistente a la corrosión formado por superficies de aluminio de alta pureza ligados metalúrgicamente a un núcleo de aleación de aluminio de alta resistencia

Anexo 1.

-6061- (ALUMINIO – MAGNESIO – SILICIO)

COMPOSICIÓN QUÍMICA

%	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Otros elementos	Al
Mínimo	0,40		0,15		0,80	0,04			Otros Total	
Máximo	0,80	0,70	0,40	0,15	1,20	0,35	0,25	0,15	0,05 0,15	El resto

PROPIEDADES MECÁNICAS TÍPICAS (a temperatura ambiente de 20°C)

Estado	Características a la tracción					Dureza Brinell (HB)
	Carga de rotura Rm, N/mm ²	Límite elástico Rp 0,2, N/mm ²	Alargamiento A 5,65%	Límite a la fatiga N/mm ²	Resistencia a la cizalladura τ N/mm ²	
0	125	55	27	120	85	30
T4	235	140	21	180	150	65
T6	310	270	14	190	190	95

PROPIEDADES FÍSICAS TÍPICAS (a temperatura ambiente de 20°C)

Módulo elástico N/mm ²	Peso específico g/cm ³	Intervalo de fusión °C	Coefficiente de dilatación lineal 1/10 ⁻⁶ K	Conductividad térmica W/m K	Resistividad eléctrica a 20°C - $\mu\Omega$ cm	Conductividad eléctrica % IACS	Potencial de disolución V
70,000	2,70	580-650	23,3	T4-155 T6-166	T4-4,3 T6-4,0	T4-40 T6-43	-0,83

APTITUDES TECNOLÓGICAS

SOLDADURA

A la llama
Al arco bajo gas argón
Por resistencia eléctrica
Braseado



MECANIZACIÓN

Fragmentación de la viruta
Brillo de superficie

Estado: 0



Estado: T6



COMPORTAMIENTO NATURAL

En ambiente rural
En ambiente industrial
En ambiente marino
En agua de mar



EMBUTICIÓN

Por expansión
Embutición profunda

Estado: 0



Estado: T6

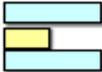


FORJABILIDAD



ANODIZADO

De protección
Decorativo
Anodizado duro



RECUBRIMIENTO

Lacado
Galvanizado
Níquel químico



RADIOS DE PLEGADO

Estado	0,4-<e<0,8 mm,	0,8-<e<1,6 mm	1,6-<e<3,2 mm,	3,2-<e<4,8 mm,	4,8-<e<5 mm,	6-<e<10 mm,	10-<e<12 mm,
0	0	0,5	1	1	1	1,5	2
T4	0,5	1	1,5	2,5	3	3,5	4
T6	1,5	2,5	3,5	3,5	4	4,5	5

Multiplicar el coeficiente por el espesor (e) de la chapa

-6061- (ALUMINIO – MAGNESIO – SILICIO)

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE LA ALEACIÓN A DIFERENTES TEMPERATURAS

Estado	-195°C			-80°C			-30°C			+25°C			+100°C		
	Rm	Rp 0,2	A 5,65	Rm	Rp 0,2	A 5,65	Rm	Rp 0,2	A 5,65	Rm	Rp 0,2	A 5,65	Rm	Rp 0,2	A 5,65
T6	415	325	22	340	290	18	325	285	18	310	275	17	290	260	18

Estado	+150°C			+205°C			+260°C			+315°C			+370°C		
	Rm	Rp 0,2	A 5,65												
T6	235	215	20	130	105	28	50	34	60	32	19	85	21	12	95

Rm N/mm² ; Rp N/mm² ; A 5,65 %

Según normas A.A.

TRATAMIENTOS DEL ALUMINIO

Estado	Tratamiento de puesta en solución T°C	Medio de temple	Tratamientos de maduración artificial. Mantenimiento a T° en horas	Maduración natural.
T4	530°C± 5 °C	Agua a 40°C max.		4 días mínimo
T6	530°C± 5 °C		(**) 8 horas a 175± 5°C ó 6 horas a 185± 5°C	

(**) Este tratamiento da mejores características mecánicas y alargamiento.

Intervalo de temperatura de forja: 350° – 500°C

Recocido total: 420°C, con enfriamiento lento hasta 250°C

Recocido contra acritud: 340°C

1 kg / mm² = 9,81 N/mm²; 1N/mm² = 1MPa

APLICACIONES

Se aplica en la industria para la fabricación de moldes, troqueles, maquinaria, herramientas, vehículos, ultraligeros, vagones de ferrocarril, industria naval, piezas de bicicletas, muebles, oleoductos, estructuras de camiones, construcciones navales, puentes, usos civiles y militares, calderería, torres y postes, construcción de calderas, motoras, aplicaciones aeroespaciales, cobertura de rotores de helicópteros, remaches, etc.

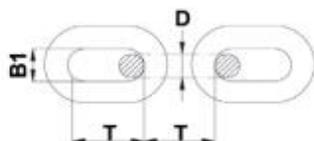
OBSERVACIONES

Es una aleación desarrollada para cubrir en características mecánicas el campo entre la 6063 y las aleaciones del grupo AlCu y AlZn. El tiempo entre el temple y la maduración artificial no debe superar las 2 horas. Esta aleación que endurece por tratamiento térmico, tiene una buena aptitud a la soldadura pero pierde casi un 30% de la carga de rotura en la zona soldada.



MSM

CADENAS SIN CONTRETE



En MSM ofrecemos cadenas grado 2 y grado 3, con y sin concreto, con acabado pulido, negro, galvanizado en caliente y grado 80.

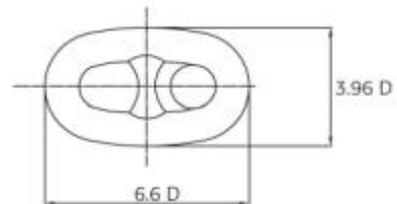
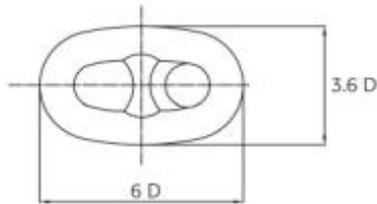
Realizamos los cálculos necesarios para ofrecer la mayor calidad y resistencia en cualquier tipo de amarre, ya sea para su uso en el mar, en el muelle o en el astillero.

A requerimiento del cliente, proporcionamos Certificados de Tests de las más reputadas Sociedades de Clasificación Naval, tales como Lloyd's Register, Bureau Veritas, etc.

CADENA SIN CONTRETE GRADO 2						
Diámetro de cadena (d) en Pulgadas / mm	Largo interior (t) en mm	Ancho interior (b1) en mm	Peso por m en kg	Carga de rotura en kN	Carga de prueba en kN	
5/8	16	64	25,6	5,2	132,3	66,2
45/64	18	72	28,8	6,5	157,78	78,89
25/32	20	80	32	8,2	204,8	102,4
7/8	22	88	35,2	10	250,9	125,4
15/16	24	96	38,4	12,5	298,9	149,9
1	26	104	41,6	14	350,8	175,4
1 1/8	28	112	44,8	16,5	406,7	203,8
1 3/16	30	120	48	19	467,5	234,2
1 1/4	32	128	51,2	21,5	531,2	265,6
1 5/16	34	136	54,4	24	599,8	299,9
1 7/16	36	144	57,6	26	672,3	336,1
1 1/2	38	152	60,8	29,5	748,7	374,4
29/16	40	160	64	33	829,1	414,5
2 3/4	42	168	67,2	37	915,3	457,7
1 3/4	44	176	70,4	41	999,6	502,7
1 13/16	46	184	73,6	45	1.097,6	548,8
1 7/8	48	192	76,8	49,5	1.195,6	597,8
2	50	200	80	53,5	1.239,6	648,8

Otros tipos de cadenas disponibles bajo pedido.

CADENAS CON CONTRETE



CADENA CON CONTRETE						
Diámetro de cadena		Grado U2		Grado U3		Peso mín. aprox. por metro
Pulgadas	mm	Carga de prueba kN	Carga de rotura kN	Carga de prueba kN	Carga de rotura kN	
5/8	16	107	150			5,5
11/16	17,5	127	179			7,2
3/4	19	150	211			8,6
7/8	22	200	280	280	401	11,8
15/16	24	237	332	332	476	13,5
1	26	278	389	389	556	15,7
1 3/16	30	368	514	514	735	20,5
1 1/4	32	417	583	583	833	23,1
1 5/16	34	468	655	655	937	25,9
1 7/16	36	523	732	732	1.050	29,1
1 9/16	40	640	896	896	1.280	37,6
2	50	981	1.370	1.370	1.960	56,2
2 3/8	60	1.380	1.940	1.940	2.770	81,8
2 3/4	70	1.840	2.580	2.580	3.690	109,5
3 9/16	90	2.920	4.090	4.090	5.840	180,9
3 15/16	100	3.530	4.940	4.940	7.060	223,4
4 3/4	120	4.850	6.810	6.810	9.720	322,3
5 1/8	130	5.570	7.800	7.800	11.140	374,5

Otros tipos de cadenas disponibles bajo pedido.

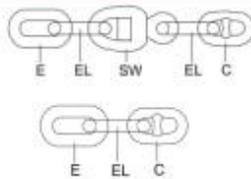
Anexo 3.



MSM GRILLETES



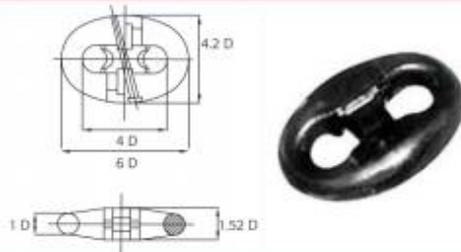
ENLACES



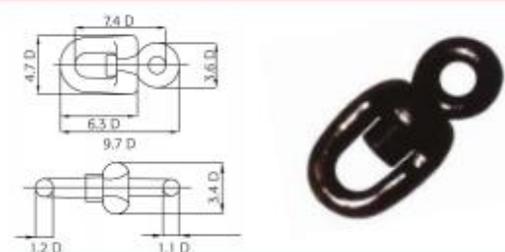
En MSM, bajo nuestra premisa de ofrecer un servicio integral, disponemos de todo tipo de grilletes: grilletes fijos, grilletes giratorios y anclajes, para cualquier tipo de amarre, ya sea para su uso en el mar, en el muelle o en el astillero.

Asimismo, podemos suministrar estos elementos en distintas calidades y acabados.

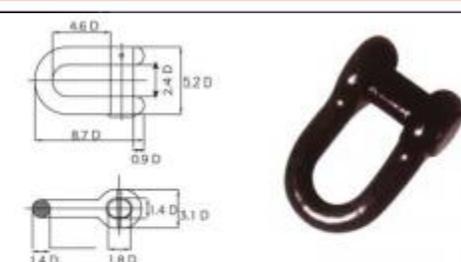
GRILLETE TIPO KENTER K-S



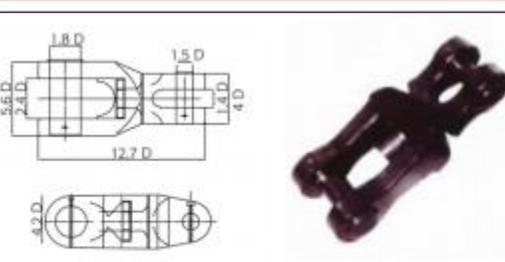
GRILLETE GIRATORIO TIPO SW



GRILLETE TIPO "D" E.S.



GRILLETE GIRATORIO TIPO A. SW. S.

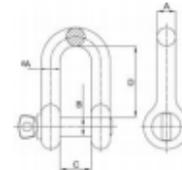


MSM GRILLETES

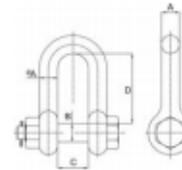


Especificaciones sujetas a cambio sin previo aviso.

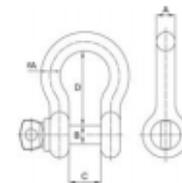
GRILLETE RECTO					
DIMENSIONES (mm)				PESO kg	S.W.L. kg
A	B	C	D		
6	6	12	24	0,04	100
8	8	16	32	0,07	200
10	10	20	40	0,14	320
12	12	25	48	0,25	510
16	16	32	60	0,55	790
20	20	38	74	0,92	1.100
22	22	44	85	1,38	1.500
25	25	51	97	2,25	2.050
28	28	56	107	3,16	3.000



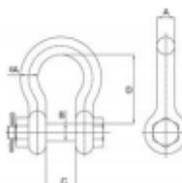
GRILLETE G2150					
DIMENSIONES (mm)				PESO kg	S.W.L. kg
A	B	C	D		
10	12	16	31	0,18	1.000
12	14	20	41	0,35	2.000
16	20	26	51	0,68	3.250
22	25	37	74	1,73	6.500
25	28	42	82	2,51	8.500
28	32	46	89	3,44	9.500
32	35	51	94	4,89	12.000
40	45	60	127	8,62	17.000
45	50	73	150	14,22	25.000



GRILLETE LIRA (OMEGA)					
DIMENSIONES (mm)				PESO kg	S.W.L. kg
A	B	C	D		
6	6	12	24	0,04	100
8	8	16	32	0,07	200
10	10	20	33	0,14	320
12	12	25	48	0,26	510
16	16	32	60	0,55	790
20	20	38	74	1,10	1.100
22	22	44	85	1,50	1.500
25	25	51	97	2,25	2.050
28	28	56	107	3,30	3.000



GRILLETE G2130					
DIMENSIONES (mm)				PESO kg	S.W.L. kg
A	B	C	D		
10	12	16	36	0,18	1.000
12	14	20	48	0,38	2.000
16	20	26	60	0,72	3.250
22	25	37	83	1,78	6.500
25	28	42	95	2,77	8.500
28	32	46	108	3,74	9.500
32	35	51	114	5,30	12.000
40	45	60	146	9,42	17.000
45	50	73	178	15,36	25.000



Otros tipos de grilletes disponibles bajo pedido.



MEDITERRÁNEO SEÑALES MARÍTIMAS, S.L.L.
mesemar@mesemar.com • www.mesemar.com

