



PANEL DIDÁCTICO 8

# HÉLICES DE MANIOBRA

CENTRO DE REFERENCIA NACIONAL DE NÁUTICA (CRNN)



**soib**  
formació  
i ocupació



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE EDUCACIÓN  
Y FORMACIÓN PROFESIONAL



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE TRABAJO  
Y ECONOMÍA SOCIAL

SERVICIO PÚBLICO  
DE EMPLEO ESTATAL  
**SEPE**



---

## El Centre de la Mar

El Centre de la Mar, ubicado en la isla de Menorca, lo forman el Centro Integrado de Formación Profesional y el Centro de Referencia Nacional de Náutica. Desde septiembre de 2019 el Centro forma parte de la red de Centros de Referencia Nacional, coordinada por el Ministerio de Educación y Formación Profesional, siendo el referente en materia de innovación y experimentación dentro del área de náutica recreativa.



[www.centredelamar.com](http://www.centredelamar.com)



---

## Centro de Referencia Nacional de Náutica

El diseño y elaboración del panel didáctico nº 8, denominado “Hélices de maniobra”, y el correspondiente manual didáctico responden al cumplimiento del objetivo 4d1, de **Fabricación de entrenadores didácticos de los sistemas de embarcaciones**, incluido en el plan anual 2023 del CRN de Náutica por parte del departamento de desarrollo, innovación, experimentación y formación.





# Índice de contenidos

<b>Descripción del panel</b>	<b>6</b>	Cálculo del empuje requerido en hélices de maniobra	<b>22-23</b>
<b>Imágenes y funcionamiento</b>	<b>7-10</b>	Túneles	<b>24-31</b>
<b>Descripción detallada y contenidos</b>	<b>11</b>	Consideraciones en el montaje de las hélices de maniobra	<b>32</b>
Contenidos del panel	<b>12</b>	Especificaciones técnicas	<b>33-34</b>
Esquema de distribución de elementos	<b>13</b>	Herramientas de trazado de corte en el casco	<b>35</b>
Hélices de maniobra (hélice de proa y popa)	<b>14-15</b>	Herramientas de trazado y corte en el casco	<b>36-38</b>
Partes del propulsor	<b>16</b>	Instalación del túnel de propulsor de proa	<b>39-40</b>
Partes de la pata de engranaje	<b>17</b>	Instalación del túnel en veleros	<b>41</b>
Partes del motor eléctrico	<b>18</b>	Instalación del eje de transmisión y soporte del motor	<b>42-44</b>
Despiece completo del propulsor	<b>19</b>	Instalación del propulsor	<b>45</b>
Especificaciones de productos	<b>20</b>	Instalación del motor	<b>46-47</b>
Mantenimiento del propulsor	<b>21</b>	Instalación del propulsor de popa. Túnel atornillado de GRP	<b>48-50</b>



# Índice de contenidos

Instalación del propulsor de popa. Compartimento estanco	51-54	Esquema de conexiones eléctricas – Mando doble + 2 mandos simples proa y popa	66
Consideraciones adicionales para el posicionamiento del propulsor de popa	55	Esquema de conexiones motor – Mando doble + 2 mandos simples proa y popa	67
Panel de mando simple para hélices de maniobra	56	Interruptor/fusible principal automático	68-71
Panel de mando doble	57	Caja de control electrónica	72
Instalación del panel de control	58	Conexión eléctrico del motor propulsor	73
Especificaciones de batería y longitud del cable	59	Reportaje fotográfico del proceso de instalación de los túneles y propulsores de proa y popa del panel didáctico	74-84
Tabla de equivalencias (unidades de medidas internacionales)	60	Otros tipos de hélices de maniobra	85-88
Esquema de conexión eléctrica de hélices de popa	61	Accesorios	89-92
Esquema de conexión eléctrica de hélices de proa	62	<b>Cierre</b>	93
Esquema de conexión de motor	63	<b>Créditos</b>	95
Esquema de conexiones eléctricas para hélice de proa y popa	64		
Esquema de conexiones motor – Mando doble para hélices de proa y popa	65		

## Descripción del panel didáctico

*En este panel didáctico nº 8 se recrea la instalación de una hélice de proa y una hélice de popa en una embarcación de recreo.*

El presente documento aporta información básica de los distintos elementos instalados (definición, características e instalación), e incluye las características técnicas específicas de cada uno de ellos. Además, aporta información de otros elementos / soluciones que se pueden encontrar a bordo de las distintas embarcaciones de recreo.

### GENERALIDADES

La estructura se ha construido principalmente en madera OSB sobre palets de plástico, acoplable a un bastidor rodante que facilita su movilidad / transporte. Esta se divide en

dos partes, una que contiene la proa de la embarcación y otra que contiene la popa, ambas con funcionamiento independiente, si bien permiten unirse funcionando como un conjunto.



**Bastidor rodante**



**Palet de plástico**



**Tablero OSB**

Se ha reciclado una embarcación de desguace para el aprovechamiento de la proa y espejo de popa, que se han recortado e instalado sobre dicha estructura rodante.



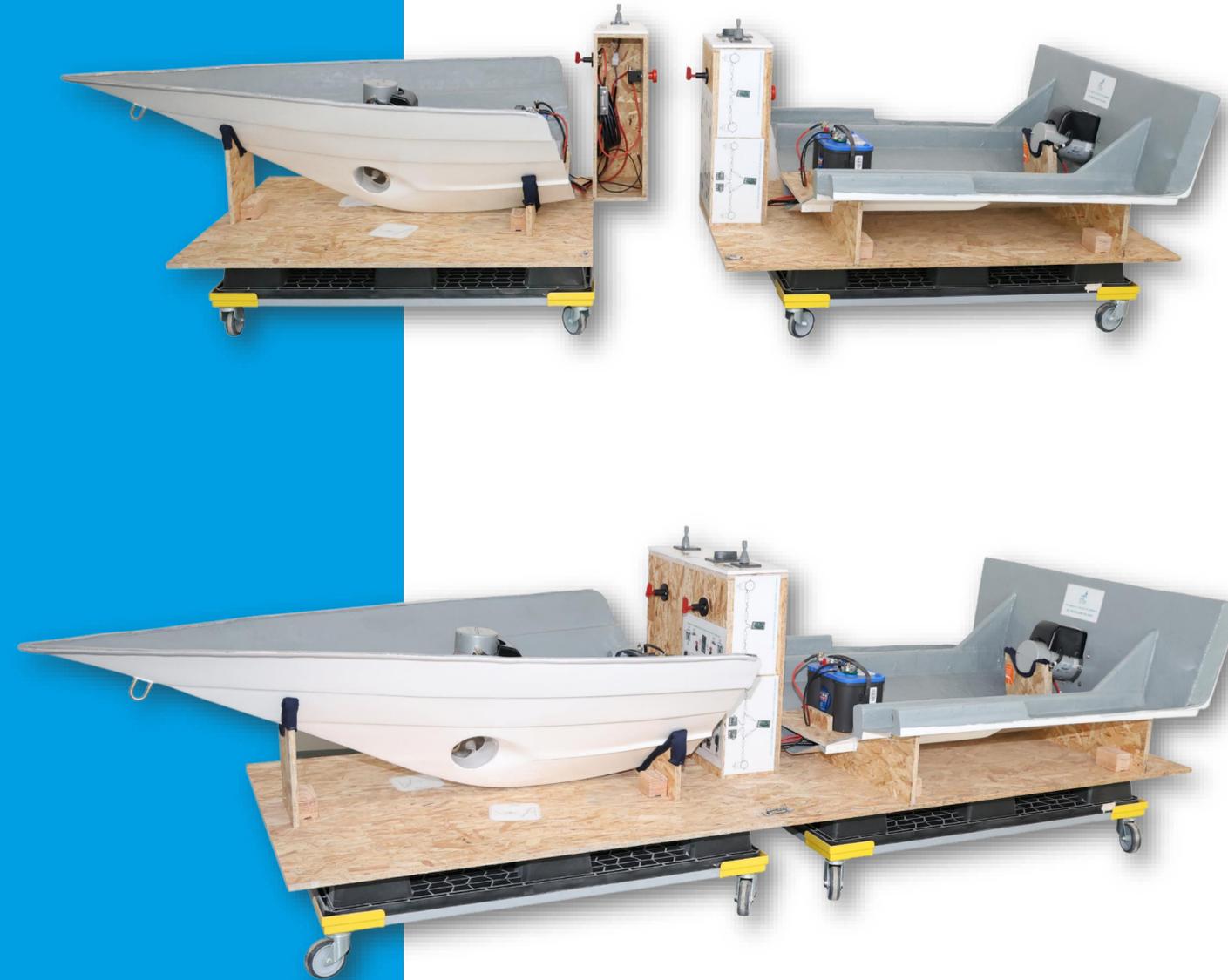
---

# IMÁGENES Y FUNCIONAMIENTO **PANEL DIDÁCTICO 8**

Descripción general del panel con imágenes de su instalación.

# Imágenes

y funcionamiento del panel



El módulo didáctico se compone de dos partes acoplables que simulan una embarcación completa, provista de dos hélices de maniobra.

La primera parte contiene una proa de una motora con un propulsor en túnel integrado; en el costado de estribor se ha realizado un deflector y en la de babor un vaciado, para visualizar ambas opciones. Contiene además una batería y un joystick para el manejo de dicha hélice.

La segunda parte contiene una popa de una motora con un propulsor instalado en un túnel externo en el espejo. Tiene también una batería y un joystick para su manejo.

# Imágenes

y funcionamiento del panel

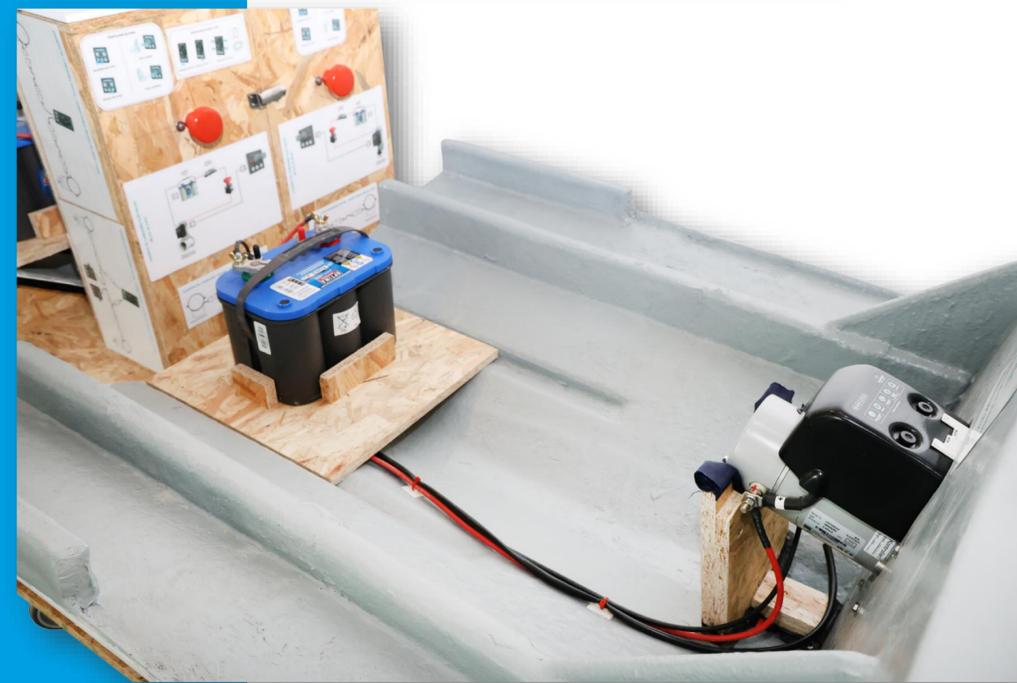


Cuando se conectan ambas partes es posible manejar ambas hélices simultáneamente mediante un joystick doble, y de forma individual con cada joystick respectivamente.



# Imágenes

y funcionamiento del panel



Ambas hélices se han protegido mediante **placas de metacrilato** para evitar daños en su manipulación por parte de los usuarios, y se han **aislado eléctricamente** ambos circuitos con desconectores de baterías. Además, se han instalado **paros de emergencia** en ambas partes al igual que en las instalaciones reales.

Finalmente, se ha aprovechado la superficie de la consola de los joysticks para mostrar los diferentes esquemas de montaje (eléctricos y de conexiones).



*Vista de las hélices*



---

## DESCRIPCIÓN DETALLADA Y CONTENIDOS **PANEL DIDÁCTICO 8**

Descripción al detalle del panel y sus elementos en el que se recrea la instalación de una hélice de proa y una hélice de popa en una embarcación de recreo.



## Contenidos del panel

### Panel 8.1.

#### Propulsor de proa

- Batería AGM 12V
- Desconectador de batería
- Propulsor proa SLEIPNER SE30
- Túnel P.R.F.V. 125mm
- Fusible ANL 250A
- Portafusible ANL
- Seta paro emergencia
- Panel control joystick

### Panel 8.2.

#### Propulsor de popa

- Batería AGM 12V
- 1 desconectador
- Propulsor popa SLEIPNER SE40
- Túnel GRP 125 mm de atornillar
- Fusible ANL 150A
- Portafusible ANL
- Seta paro emergencia
- Panel control joystick
- Panel control joystick doble



# Esquema de **distribución de elementos**

Panel 8.1.

Propulsor de proa



Panel 8.2.

Propulsor de popa





## Hélices de maniobra ( hélices de proa y popa)

Cuando se realizan maniobras que requieren una velocidad baja, la acción del timón resulta generalmente insuficiente, pues no obedece con la eficacia necesaria; esto es debido a que la forma y el tamaño de los timones instalados en las embarcaciones están diseñados para trabajar efectivamente en un intervalo de velocidades. Como cualquier perfil hidrodinámico, la sustentación que genera un timón es proporcional a la velocidad del fluido al cuadrado.

Por ello, el timón tendrá un máximo rendimiento a partir de cierta velocidad. Por el contrario, a velocidades reducidas el par de giro producido por el timón es escaso y las maniobras gobernadas por él, en el caso embarcaciones de cierto porte y desplazamiento, se hacen problemáticas. Una solución es la instalación de hélices de maniobra.

Las hélices de proa y popa son propulsores que permiten la maniobra en lugares estrechos y complicados, facilitando los movimientos laterales de la embarcación. Estos evitan la afectación por las corrientes, abatimiento producido por el viento y efectos evolutivos que producen en el rumbo la combinación de la hélice, timón y arrancada durante las maniobras.

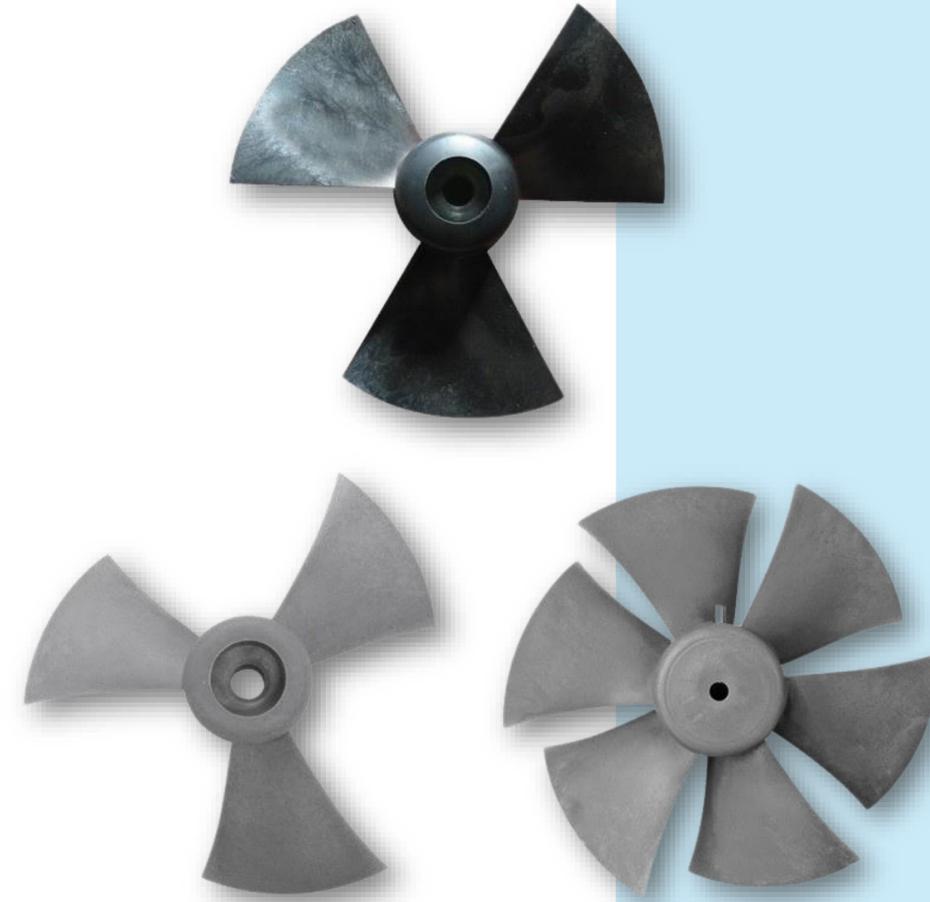
Funcionan mediante la rotación de una hélice en un túnel sumergido o en una carcasa montada transversalmente y ubicada cerca de la proa y/o de la popa. Se accionan mediante un panel de control.



## Hélices de maniobra ( hélices de proa y popa)

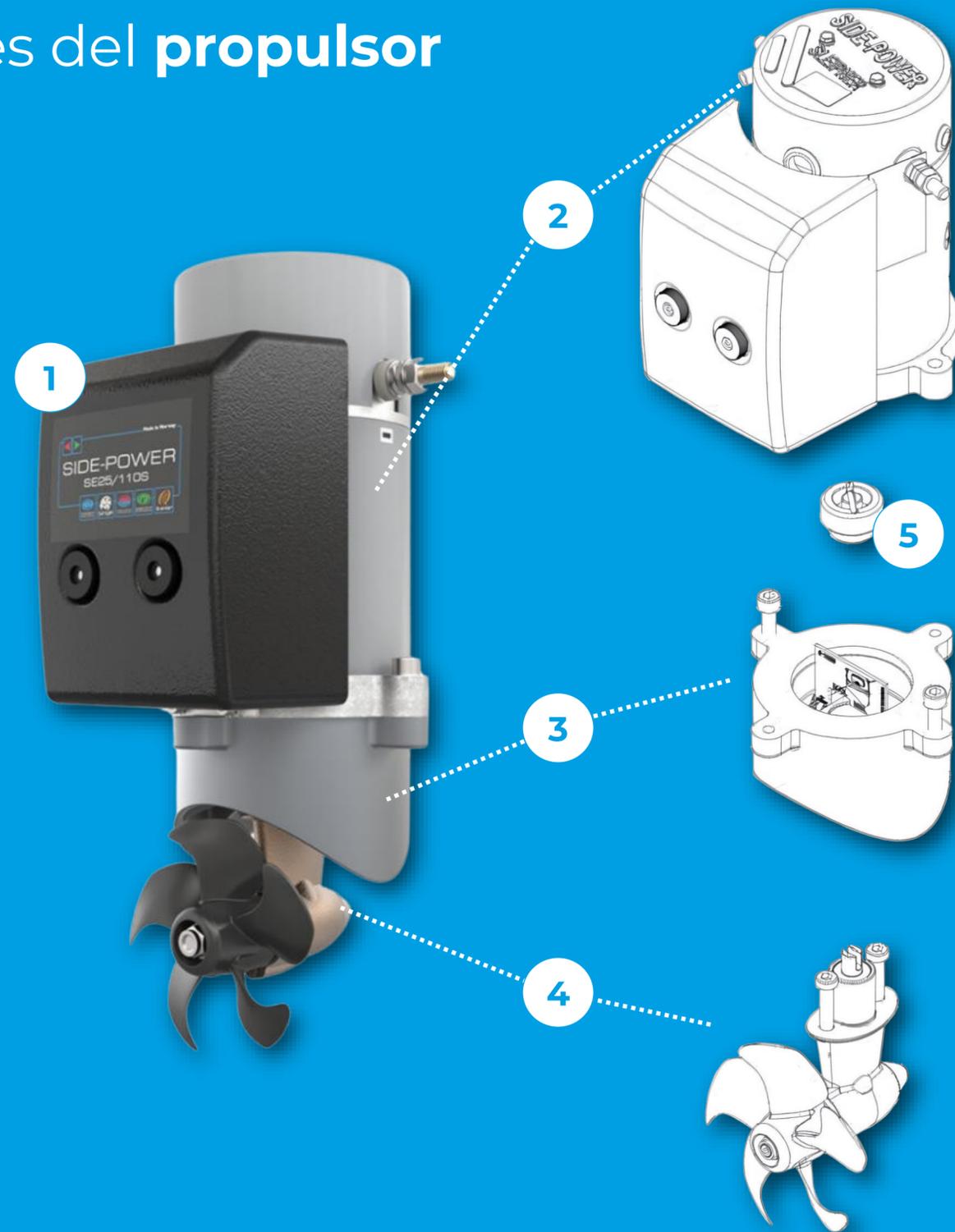
La efectividad de las hélices de maniobra depende de la fuerza de propulsión (no de la potencia del motor), condicionada por el resultado de la combinación de la potencia del motor eléctrico, características de la hélice (diámetro, paso, nº de palas y número de revoluciones) y la mayor o menor pérdida de efectividad en el conducto o túnel.

Para que cualquier hélice de proa y popa funcione correctamente, la hélice y el túnel en el que están montados deben estar adecuadamente sumergidos, evitando crear un remolino en la superficie del agua, en el lado de succión de la embarcación, que bombearía una mezcla de aire y agua y causaría una consecuente gran reducción en el empuje. Además, la hélice de proa debe estar tan adelantada como lo permita la línea de flotación y el perfil submarino de la embarcación, y la hélice de popa lo más atrás posible, en ambos casos para crear el máximo efecto de giro cuando se activa la hélice.





# Partes del propulsor

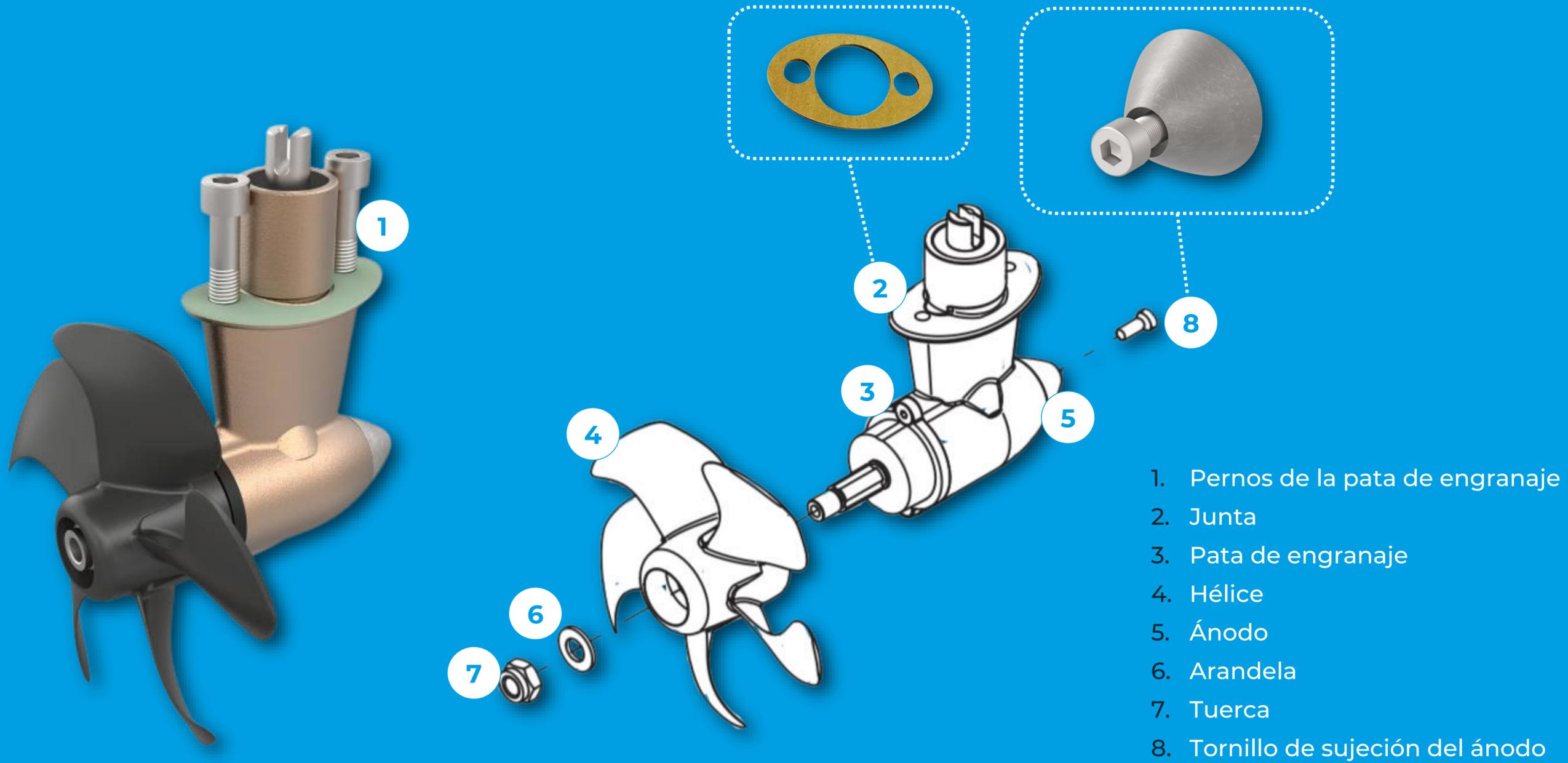


1. Solenoides de dirección / cables de control y encendido
2. Motor eléctrico
3. Soporte del motor
4. Pata de engranaje y hélice
5. Acoplamiento flexible

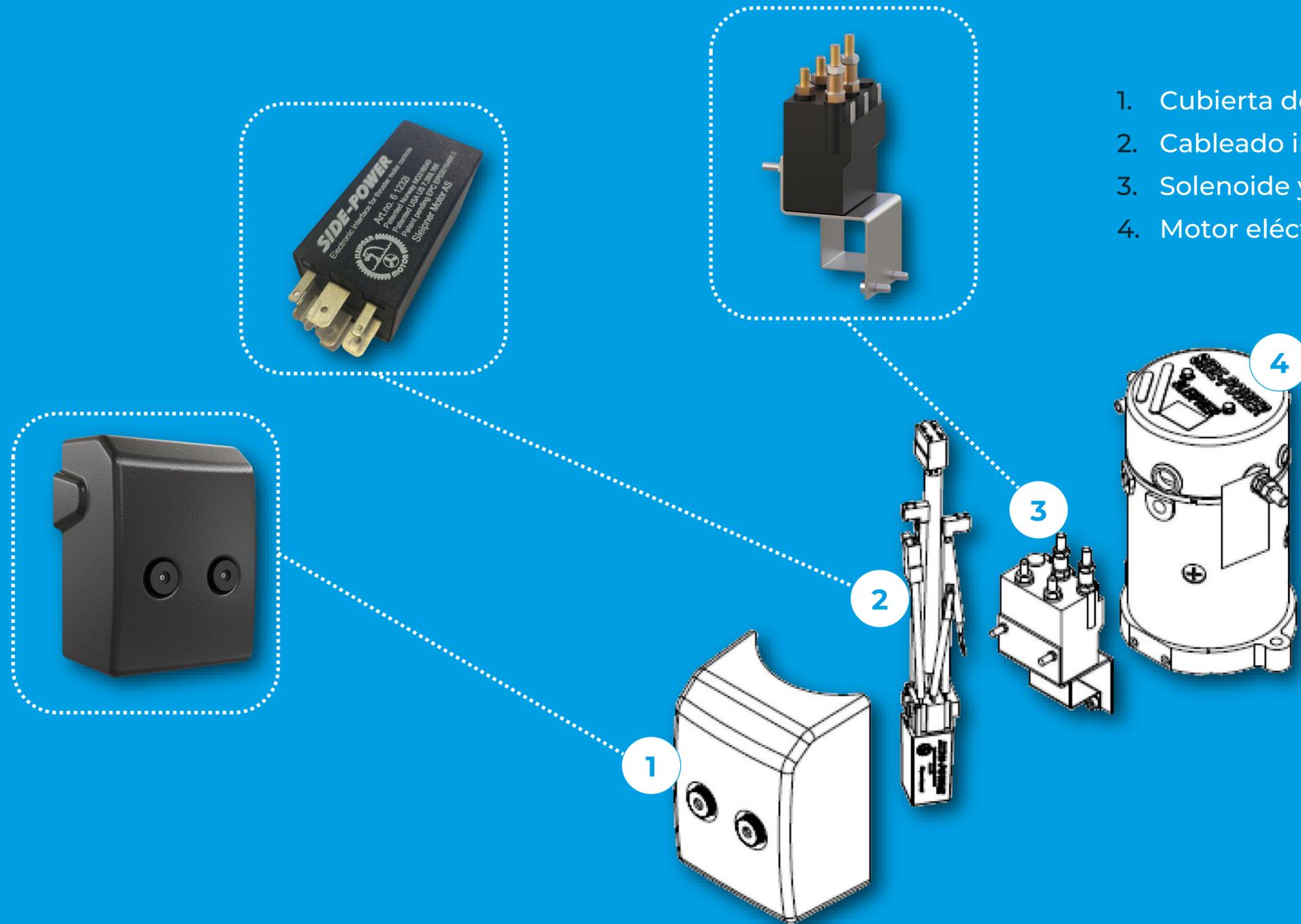




## Partes de la pata de engranaje



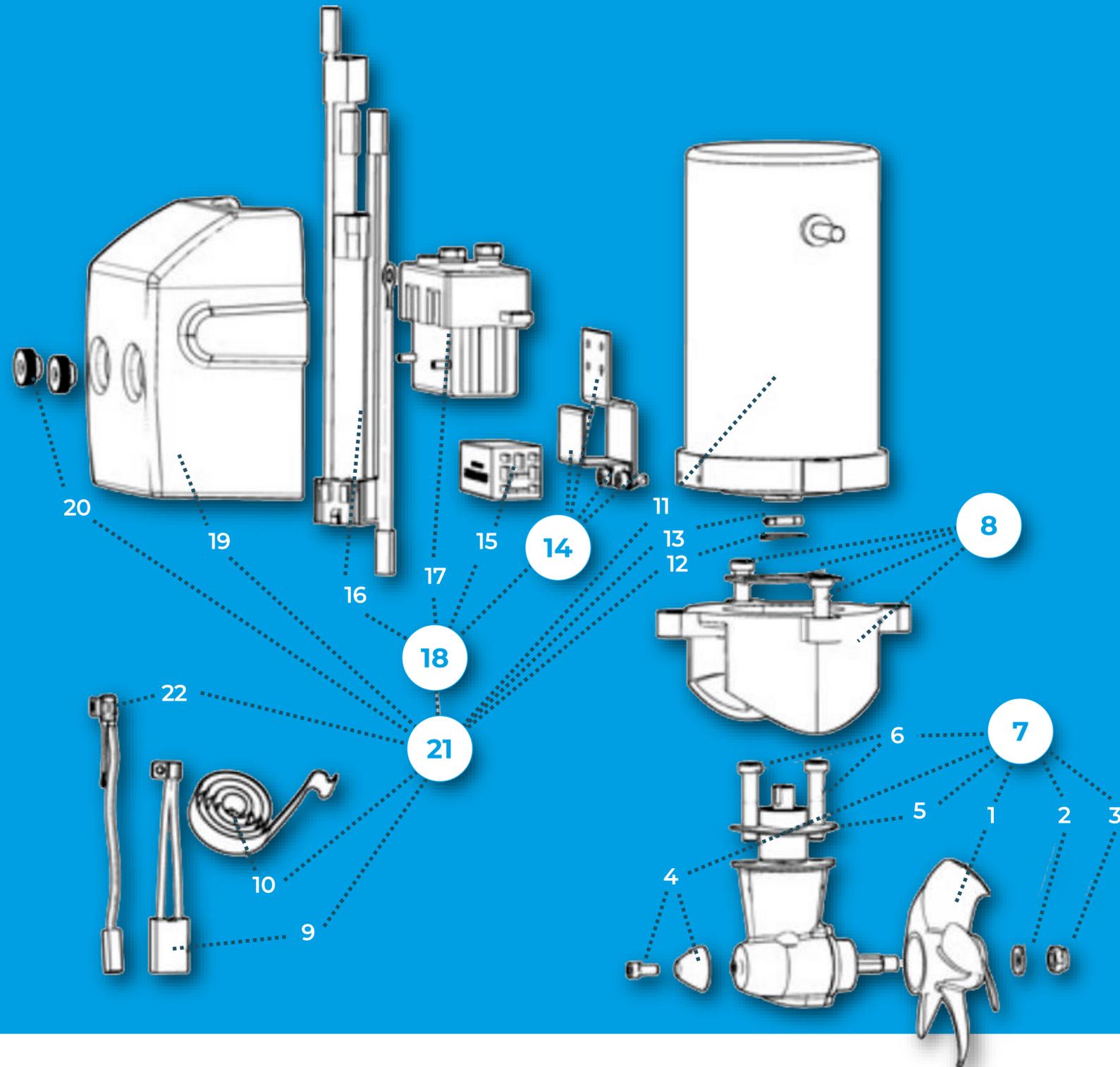
# Partes del motor eléctrico



1. Cubierta de solenoide
2. Cableado interno y caja electrónica de control
3. Solenoide y soporte
4. Motor eléctrico



## Despiece completo del **propulsor**



1. Propulsor
2. Arandela
3. Tuerca de bloqueo
4. Ánodo
5. Junta
6. Perno pata de engranajes
7. Pata de engranajes
8. Soporte del motor
9. Acoplamiento flexible
10. Kit escobillas motor
11. Muelles
12. Motor eléctrico
13. Eje
14. Kit soporte solenoide
15. Caja control electrónica
16. Cableado interno
17. Solenoide
18. Kit completo solenoide
19. Tapa del solenoide
20. Tuerca tapa solenoide
21. Conjunto del motor electrónico



# Especificaciones de productos

## Especificaciones de productos

MC\_0486

Productos	Tensión nominal	Propulsión para: 12 V o 24 V	Propulsión a: 10,5 V(12 V) o 21 V(24 V)	Tiempo máximo de funcionamiento	Alimentación	Peso
SE20	12 V	25 kg/55 lbs	20 kg/44 lbs	Motor S2 a 2 - 3 min Ciclo de trabajo a 20°C (temperatura ambiente)	1,5 kw/2 hp	9,5 kg/21 lbs
SE25	12 V	30 kg/66 lbs	25 kg/55 lbs	Motor S2 a 2 - 3 min Ciclo de trabajo a 20°C (temperatura ambiente)	1,5 kw/2 hp	9,5 kg/21 lbs
SE30	12 V	40 kg/88 lbs	30 kg/66 lbs	Motor S2 a 2 - 3 min Ciclo de trabajo a 20°C (temperatura ambiente)	1,5 kw/2 hp	9,5 kg/21 lbs
SE40	12 V	48 kg/105 lbs	40 kg/88 lbs	Motor S2 a 2 - 3 min Ciclo de trabajo a 20°C (temperatura ambiente)	2,2 kw/3 hp	10 kg/22 lbs
SE50	12 V	62 kg/136 lbs	40 kg/110 lbs	Motor S2 a 2 - 3 min Ciclo de trabajo a 20°C (temperatura ambiente)	2,4 kw/3,2 hp	15 kg/33 lbs
	24 V	62 kg/136 lbs	40 kg/110 lbs	Motor S2 a 2 - 3 min Ciclo de trabajo a 20°C (temperatura ambiente)	2,4 kw/3,2 hp	15 kg/33 lbs
SE60	12 V	73 kg/161 lbs	60 kg/132 lbs	Motor S2 a 2 - 3 min Ciclo de trabajo a 20°C (temperatura ambiente)	3,1 kw/4 hp	16 kg/35 lbs
	24 V	73 kg/161 lbs	60 kg/132 lbs	Motor S2 a 2 - 3 min Ciclo de trabajo a 20°C (temperatura ambiente)	3,1 kw/4 hp	16 kg/35 lbs
SE80	12 V	96 kg/212 lbs	80 kg/176 lbs	Motor S2 a 2 - 3 min Ciclo de trabajo a 20°C (temperatura ambiente)	4,4 kw/6 hp	20 kg/44 lbs
	24 V	96 kg/212 lbs	80 kg/176 lbs	Motor S2 a 2 - 3 min Ciclo de trabajo a 20°C (temperatura ambiente)	4,4 kw/6 hp	20 kg/44 lbs
SE100	12 V	116 kg/256 lbs	100 kg/220 lbs	Motor S2 a 2 - 3 min Ciclo de trabajo a 20°C (temperatura ambiente)	6,3 kw/8,4 hp	31 kg/68 lbs
	24 V	116 kg/256 lbs	100 kg/220 lbs	Motor S2 a 2 - 3 min Ciclo de trabajo a 20°C (temperatura ambiente)	6,3 kw/8,4 hp	31 kg/68 lbs
SE120	24 V	139 kg/306 lbs	120 kg/264 lbs	Motor S2 a 2 - 3 min Ciclo de trabajo a 20°C (temperatura ambiente)	6,4 kw/8,55 hp	34 kg/74 lbs
SE130	12 V	160 kg/352 lbs	130 kg/284 lbs	Motor S2 a 2 - 3 min Ciclo de trabajo a 20°C (temperatura ambiente)	6,5 kw/8,7 hp	37 kg/77 lbs
	24 V	160 kg/352 lbs	130 kg/284 lbs	Motor S2 a 2 - 3 min Ciclo de trabajo a 20°C (temperatura ambiente)	6,5 kw/8,7 hp	37 kg/77 lbs
SE150	24 V	182 kg/400 lbs	150 kg/330 lbs	Motor S2 a 2 - 3 min Ciclo de trabajo a 20°C (temperatura ambiente)	8,8 kw/11,8 hp	38 kg/79 lbs
SE170	24 V	210 kg/462 lbs	170 kg/374 lbs	Motor S2 a 2 - 3 min Ciclo de trabajo a 20°C (temperatura ambiente)	8 kw/11,8 hp	44 kg/97 lbs
SE210	24 V	250 kg/550 lbs	210 kg/462 lbs	Motor S2 a 2 - 3 min Ciclo de trabajo a 20°C (temperatura ambiente)	10 kw/13,15 hp	68 kg/150 lbs
SE250	24 V	300 kg/661 lbs	250 kg/551 lbs	Motor S2 a 2 - 3 min Ciclo de trabajo a 20°C (temperatura ambiente)	11,4 kw/15,5 hp	70 kg/154 lbs
SE300	24 V	350 kg/749 lbs	300 kg/661 lbs	Motor S2 a 2 - 3 min Ciclo de trabajo a 20°C (temperatura ambiente)	15 kw/20 hp	73 kg/160 lbs
	48 V	350 kg/749 lbs	300 kg/661 lbs	Motor S2 a 2 - 3 min Ciclo de trabajo a 20°C (temperatura ambiente)	15 kw/20 hp	73 kg/160 lbs

Hélice de proa  
Hélice de popa



## Mantenimiento del propulsor

Como parte del mantenimiento estacional del propulsor cada temporada, se debe comprobar/realizar:

### Dentro del agua

- Zona que rodea al propulsor en el interior de la embarcación limpia y seca, sin signos de fugas de agua.
- Todas las conexiones eléctricas limpias y apretadas firmemente.
- Baterías en buen estado.

### Fuera del agua

- Comprobar que no haya daños en las hélices o en el túnel; por ejemplo, daños por impactos.
- Hélices apretadas de forma segura a la pata de engranaje.
- Comprobar que todos los componentes del propulsor estén apretados de forma segura.
- Mantener el túnel y la pata de engranaje limpios de incrustaciones marinas.

- Pintar la hélice y la pata de engranaje con pintura antiincrustante antes de cada temporada para mantenerlos limpios de incrustaciones marinas.

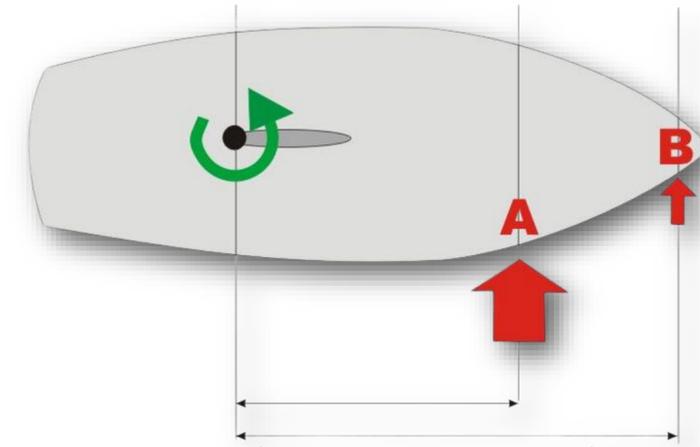
(NOTA: No pintar nunca el ánodo, la junta o el eje de la hélice. La pintura no debe entrar en el espacio entre la hélice y la pata de engranajes.)

- Cambiar el ánodo antes de cada temporada o cuando la mitad del ánodo se haya corroído. Utilizar siempre un sellador o pegamento para roscas en el tornillo de sujeción para asegurarse de que no se caiga.
- Comprobar que la pata de engranajes no pierde aceite.

**Nunca desmontar ninguna pieza de la unidad con protección ante incendios. Manipular esta unidad hará que se desconecte esta función de seguridad. Si hay algún problema en el motor con protección ante incendios, póngase en contacto con su distribuidor.**

## Cálculo del **empuje requerido** en hélices de maniobra

La fuerza que genera el propulsor actúa como una palanca respecto al centro de resistencias de la carena sobre el que "pivotará" el barco y, por tanto, la efectividad de esta palanca será el producto de la fuerza del propulsor por la distancia a ese punto de giro.



*Para conseguir el mismo efecto la fuerza en el punto A deberá ser mayor a la que se ejerza en el punto B.*

### Factores

**Influencia del viento:** la fuerza que ejerce el viento sobre la embarcación viene determinada por la velocidad del viento y la superficie de la embarcación expuesta al mismo. Si el viento es perpendicular a la embarcación, esta presión del viento es más difícil de contrarrestar. Aunque esto se produce rara vez y como la mayoría de las superestructuras de las embarcaciones son bastante aerodinámicas, en general se aplica un factor de reducción del 0,75 en el cálculo de la fuerza del viento.

**Puntos de la fuerza de giro:** el par puede calcularse multiplicando la fuerza del viento por la distancia (A) entre el punto de aplicación de la fuerza del viento y el punto de giro de la embarcación. Para simplificar el cálculo, en la mayoría de las embarcaciones puede utilizarse como regla base para definir el par, el multiplicar la fuerza del viento por la mitad de la eslora de la embarcación ( $L/2$ ).

**Fuerza de empuje:** es la fuerza de empuje de la hélice de proa, determinada por la combinación de los factores: potencia del motor, forma de las palas de la hélice y pérdidas de eficacia del túnel. La fuerza de empuje necesaria para compensar la fuerza del viento puede calcularse dividiendo el par por la distancia (B) entre el centro del túnel de la hélice y el punto de giro de la embarcación.

# Cálculo del **empuje requerido** en hélices de maniobra

## Fórmulas

$$F = \frac{par}{B} = \frac{P_v \times S \times f_r \times A}{B}$$

Simplificada

$$F = \frac{par}{B} = \frac{P_v \times S \times f_r \times \frac{L}{2}}{B}$$

F = Fuerza de empuje necesaria (N)

P<sub>v</sub> = Presión del viento (N/m<sup>2</sup>)

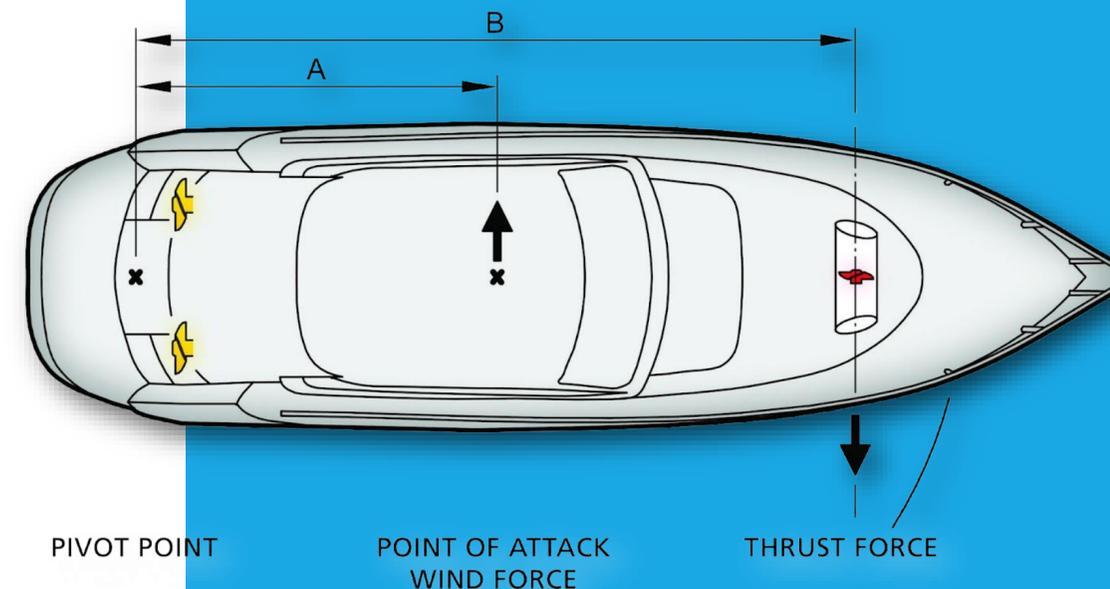
S = Superficie lateral de exposición al viento (m<sup>2</sup>)

f<sub>r</sub> = Factor de reducción = 0,75

A = Distancia entre el punto de aplicación de la fuerza del viento y el punto de giro de la embarcación (m)

L = Eslora (m)

B = Distancia entre el centro del túnel de la hélice y el punto de giro de la embarcación (m)



Fuerza del viento (escala Beaufort)	Descripción	Velocidad del viento (m/s)	Presión del viento (N/mm <sup>2</sup> )
4	brisa moderada	5,5 - 7,9	20 - 40
5	brisa fresca	8,0 - 10,7	41 - 74
6	brisa fuerte	10,8 - 13,8	75 - 123
7	viento fuerte	13,9 - 17,1	125 - 189
8	temporal	17,2 - 20,7	191 - 276

# Túneles

El túnel de la hélice de maniobra es el elemento que delimita el espacio de actuación de la hélice, y donde se acopla el propio motor.

## Para hélice de proa

Se trata de un tubo, fabricado en PRFV, acero o aluminio, que una vez instalado quedará perfectamente integrado en el casco de la embarcación.

Su diámetro y longitud dependerá del tamaño de la hélice y las características del casco (proa) de la embarcación.



## Para hélice de popa

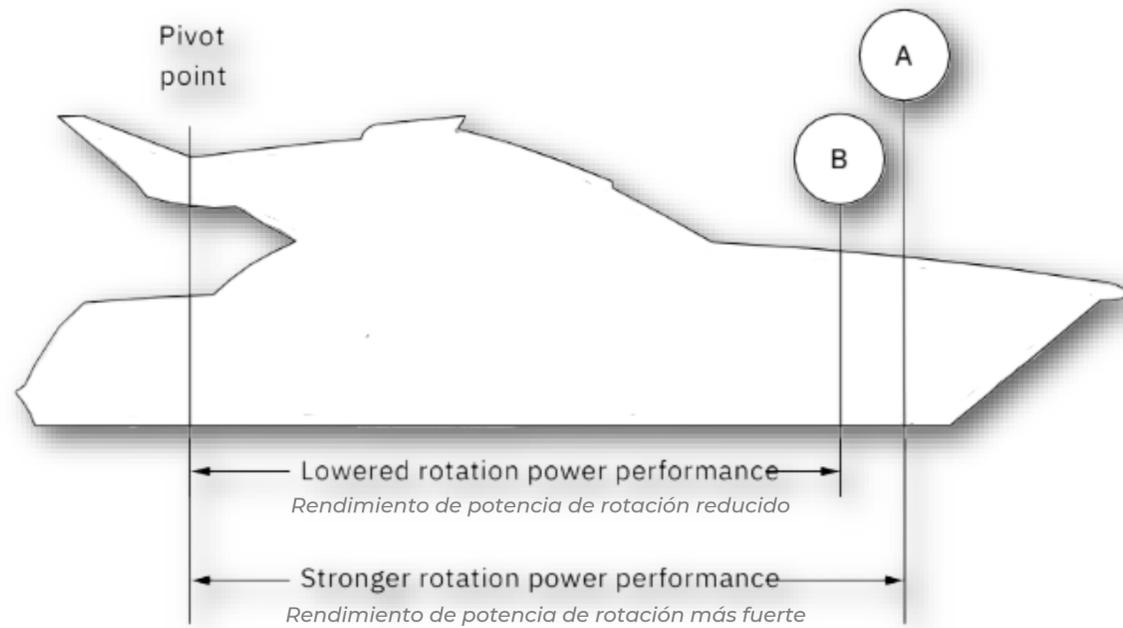
Los túneles para hélices de popa tienen una instalación sencilla; el motor y demás componentes eléctricos quedan instalados permanentemente en el espejo de popa (interior de la embarcación), mientras que el túnel y la hélice se instalan en el exterior.



## Posicionamiento del túnel

### Instalar el propulsor lo más a proa posible

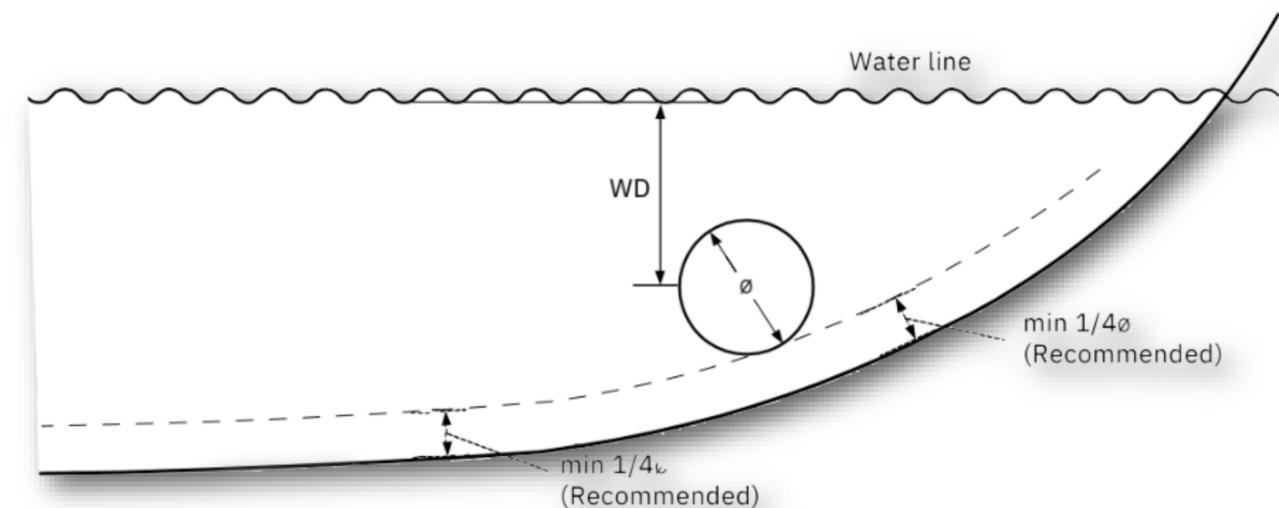
La diferencia de distancia desde el punto de pivote de la embarcación hasta el propulsor determinará la cantidad de potencia de rotación real para el barco (efecto de palanca alrededor del punto de pivote del barco).



### Instalar el propulsor lo más profundo posible debajo de la línea de flotación

Con ello se evita que el aire sea absorbido por el túnel desde la superficie, reduciendo el rendimiento de empuje y aumentando los niveles de ruido. También aumenta la presión del agua, logrando la máxima eficiencia del propulsor.

Como recomendación general, la posición del centro del túnel debe ser, como mínimo, una vez el diámetro del túnel por debajo de la línea de flotación. La arista inferior del túnel no debe estar a menos de  $1/4$  del diámetro del túnel respecto la quilla del barco.

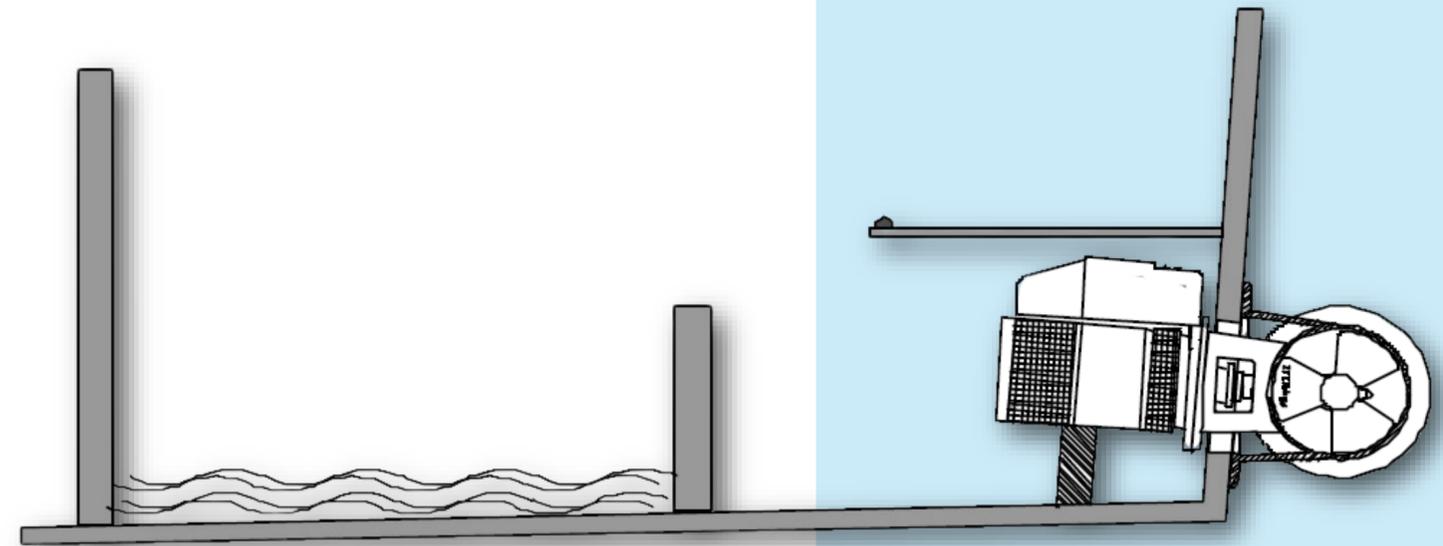


## Posicionamiento del túnel

La elección final se verá principalmente condicionada a la disposición interior del espacio.

En el caso de la hélice de proa, influirá la disposición interior del camarote o baño de proa, o incluso la existencia de tanques.

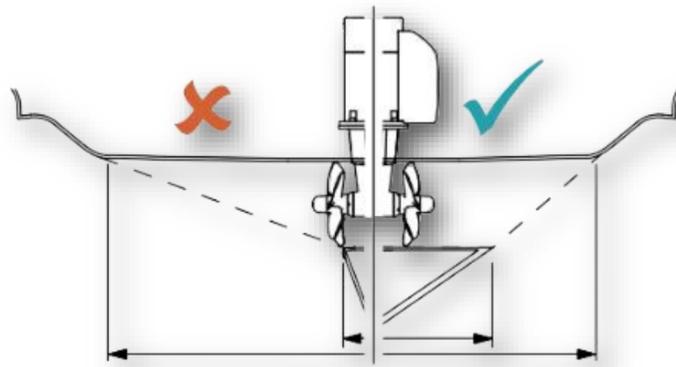
En cuanto a la hélice de popa, influirá la disposición de los refuerzos estructurales, mamparos y planes/cubiertas.



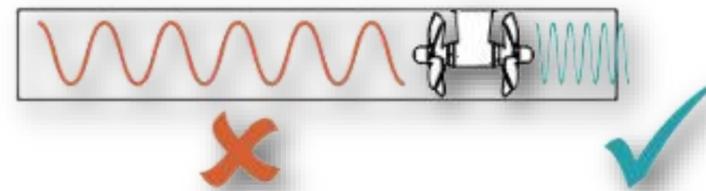
## Longitud del túnel

Al aumentar la longitud del túnel, también aumenta la resistencia hidrodinámica de la masa de agua propulsada dentro del mismo debido a las fricciones sobre la pared del tubo, que harán disminuir la velocidad y la efectividad del montaje.

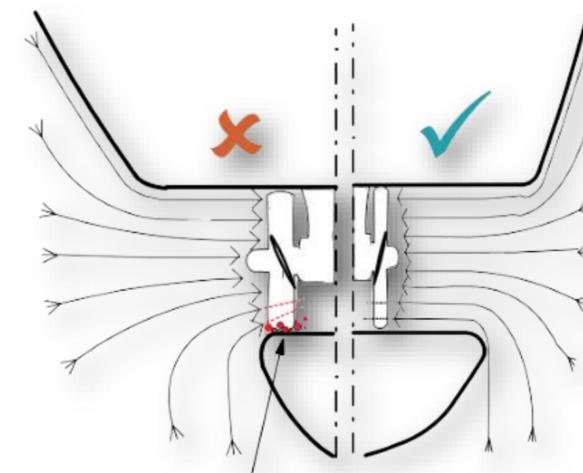
Los túneles deben evitar ser más largos que 4 veces su diámetro, ya que esto reducirá el rendimiento del propulsor; la instalación de túneles de gran longitud puede flexionarse/doblarse con el tiempo y puede requerir soporte adicional.



La longitud variable de las paredes del túnel no debe variar en exceso.



Si el túnel es demasiado largo, la fricción en el interior reducirá la velocidad del agua y, por lo tanto, el empuje.



El flujo de agua debe tener espacio para "circular".

Si el túnel es demasiado corto (generalmente solo en la sección inferior), pueden ocurrir problemas de cavitación, ya que el flujo de agua no podrá fluir "enderezarse" antes de llegar a la hélice. Esta cavitación reducirá el rendimiento y aumentará el ruido durante el funcionamiento.

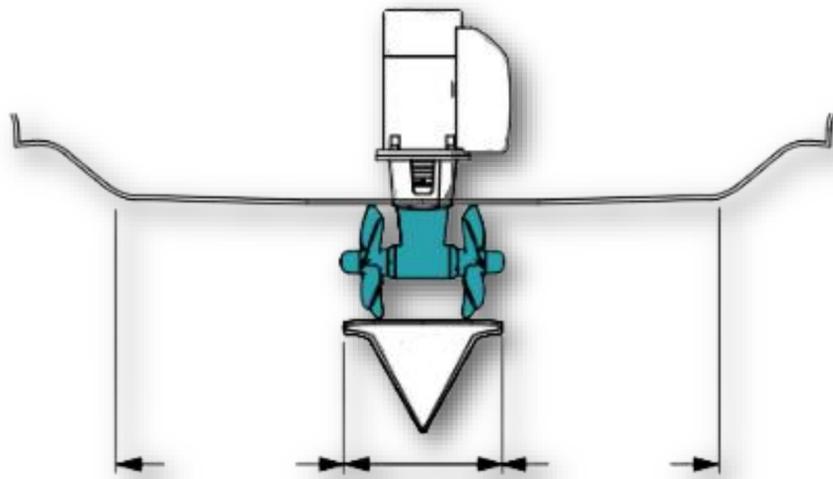
Propulsor dentro del túnel: es importante que las hélices y la unidad inferior estén completamente dentro del túnel de la hélice. Las hélices que sobresalen del túnel no operan según lo previsto.

# Longitud del túnel

Como norma general, la longitud adecuada del túnel está comprendida entre 2 y 4 veces el diámetro del túnel.

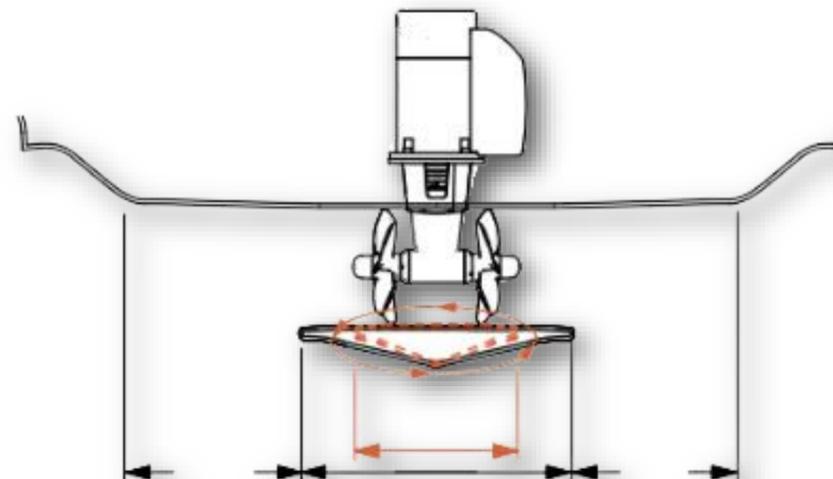
## Uso estándar

La longitud del túnel debe ser lo suficientemente larga para garantizar que las hélices no sobresalgan.



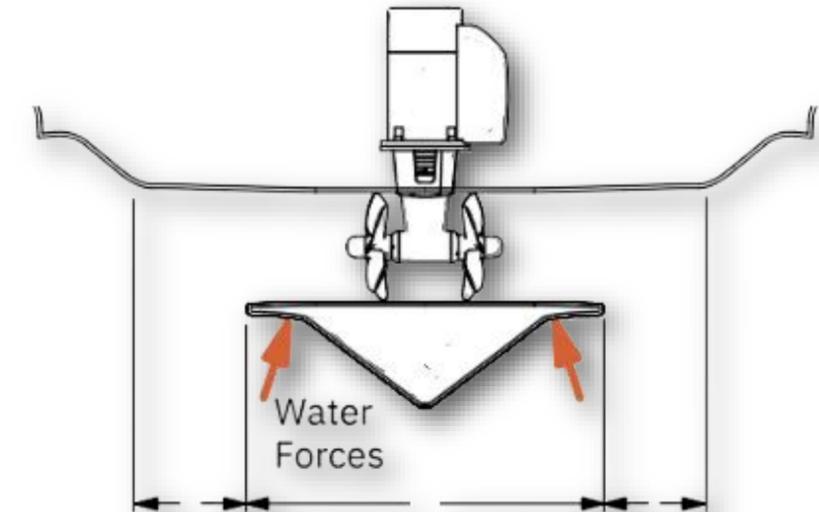
## Casco de fondo plano

Las longitudes de los túneles deben ser más largas para garantizar que no se cree un vacío circular entre el propulsor y la parte inferior del barco.



## Funcionamiento de alta velocidad

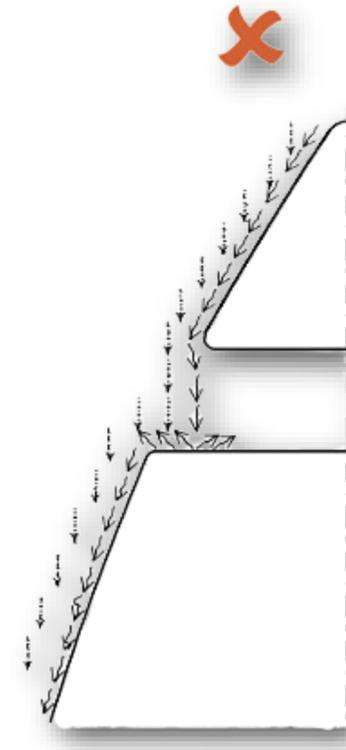
Las longitudes de los túneles deben aumentarse para proteger la hélice de daños al chocar contra la superficie del agua durante la navegación a alta velocidad (pueden ser prolongaciones).



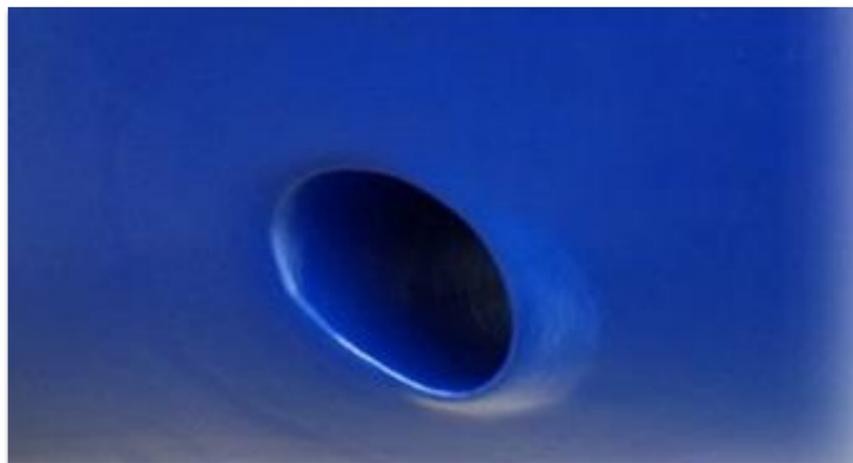
## Deflexión del flujo de agua en el túnel (desviación de la dirección)

En los veleros o lanchas rápidas una superficie no redondeada puede generar arrastre desde la cara posterior del túnel, ya que crea un área “plana” frente al flujo de agua.

Para reducir resistencia hidrodinámica creada por la proyección del agujero del túnel sobre el plano perpendicular al avance y evitar el daño existen tres opciones:



■ Crear un deflector delante del túnel.



Deflector

■ Crear un vaciado en la parte posterior del túnel.



Vaciado

■ Crear una combinación de ambas.

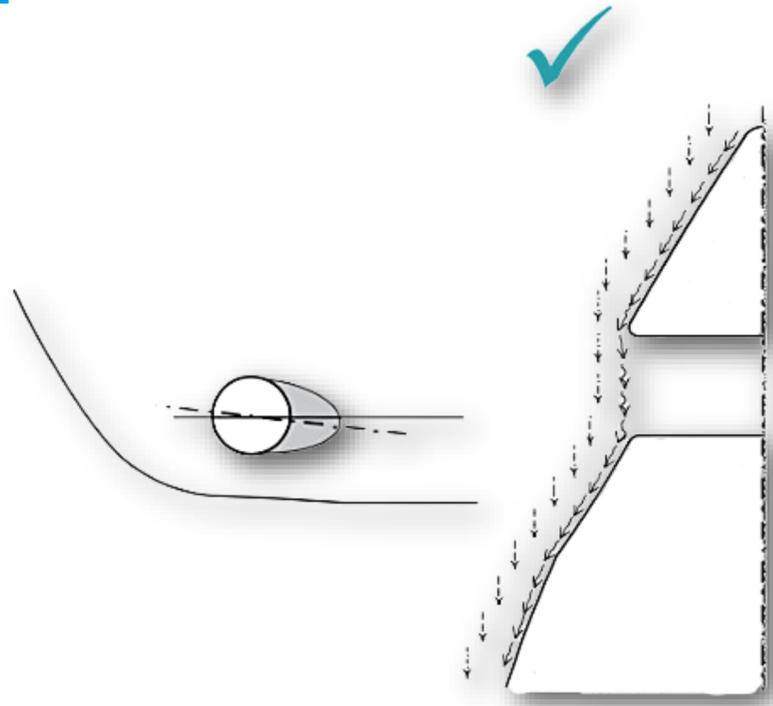


Deflector y vaciado



## Deflexión del flujo de agua en el túnel (desviación de la dirección)

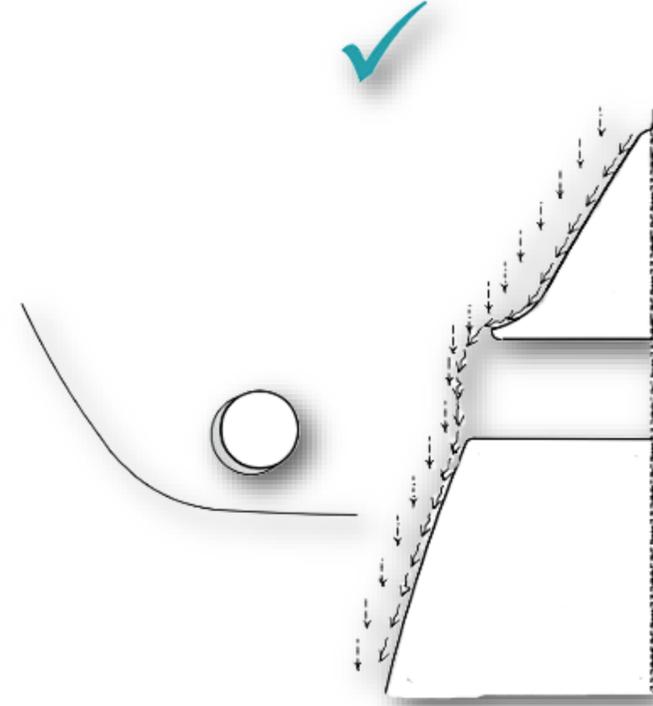
### Vaciado



Realizar un hueco en el casco en la parte trasera del túnel. A medida que se elimina la cara posterior el agua puede fluir libremente más allá de la entrada del túnel.

La profundidad y la forma del hueco dependerá del barco y del ángulo de inserción del túnel.

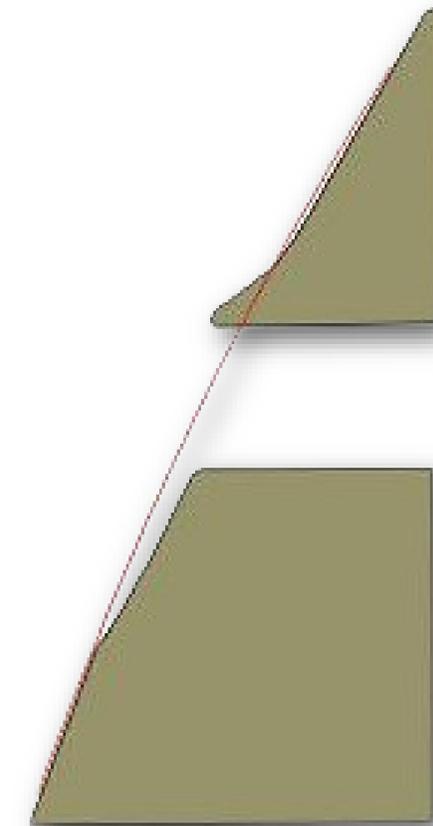
### Deflector



Hacer un deflector/alerón delante y debajo del túnel. El deflector/alerón empujará el agua que sale del casco para que pueda pasar por la cara trasera del túnel.

La forma y el tamaño del deflector dependerá de la forma del casco.

### Combinación vaciado-deflector

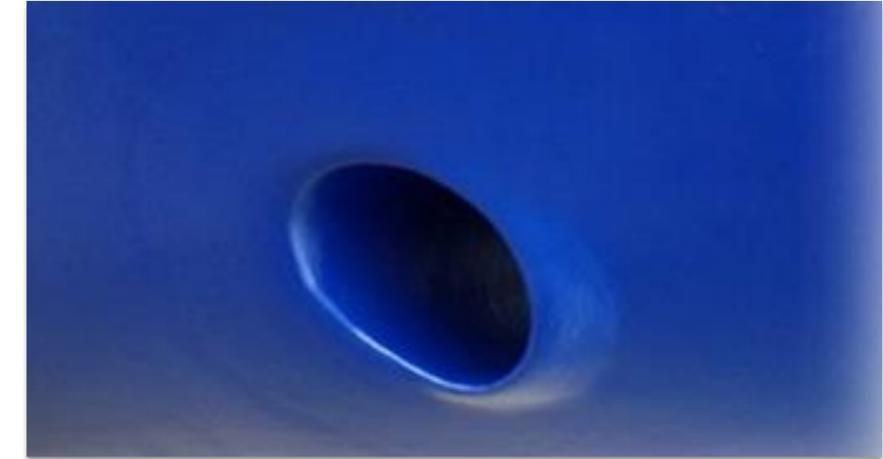


# Aristas del túnel

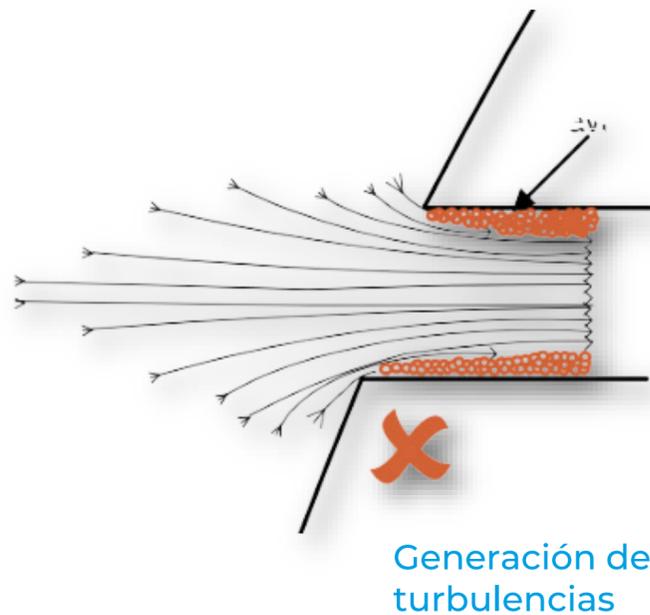
Para facilitar el flujo laminar, se deben suavizar las aristas entre túnel y carena. El radio de curvatura de este "suavizado" debería estar en torno a un 10% del diámetro del túnel.

Al entrar las líneas de agua de forma más suave se evitan las turbulencias y posibles problemas de cavitación, además de disminuir el ruido en funcionamiento debido a la cavitación y a los flujos turbulentos.

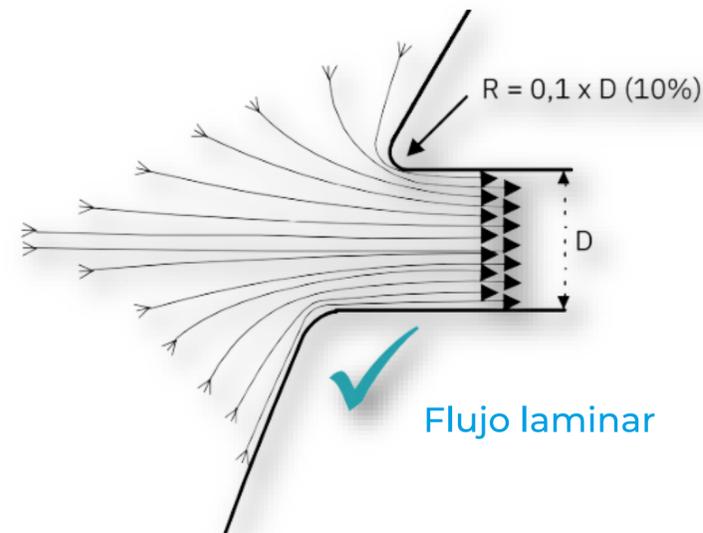
Al redondear las aristas de entrada del túnel, se facilita la entrada de agua desde las zonas adyacentes a la carena, lo que crea un vacío en esas áreas que contribuye a empujar y reforzar el par de fuerza generado por el empuje. El efecto puede suponer un refuerzo de hasta un 40% de la fuerza total.



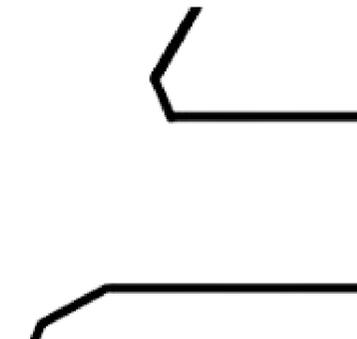
## Perfiles afilados



## Perfiles redondeados



## Cascos de acero / aluminio



Los extremos del túnel en ángulo también ofrecen un rendimiento similar al de una conexión redondeada.



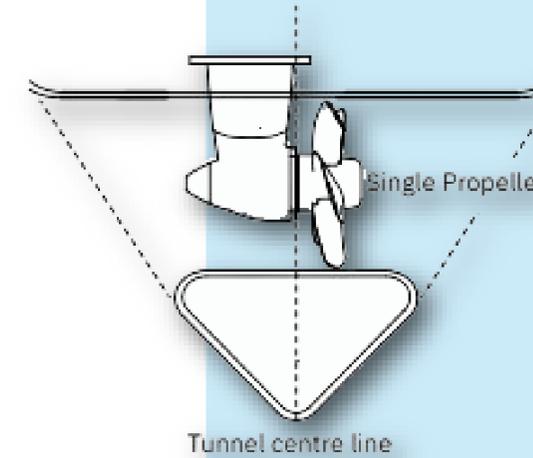
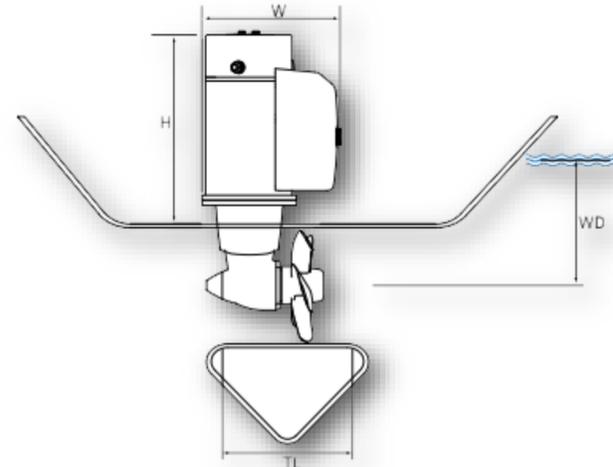
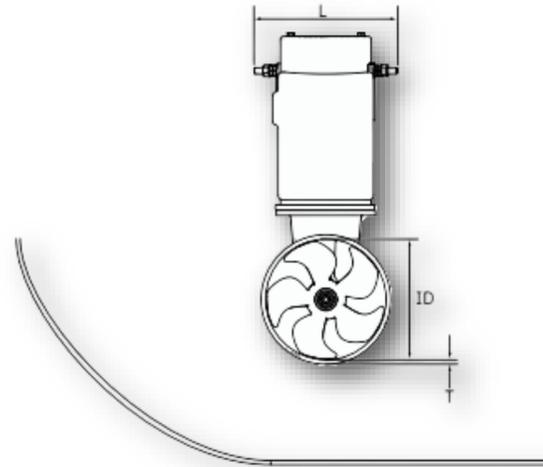
## Consideraciones en el montaje de las hélices de maniobra

- El motor de la hélice de maniobra no debe ser instalado en compartimentos en donde puedan acumularse gases explosivos. Instalar, si fuera necesario, un mamparo para ventilar el espacio de forma independiente.
- Si el compartimiento donde se instala la hélice es muy reducido, se deberá prever una ventilación para que el aire intercambiado refrigere la zona y el motor no se recaliente.
- Si la altura de instalación es limitada, se puede montar el conjunto en horizontal o en cualquier ángulo respecto a la vertical. Pero cuando se aleje más de 30° de la vertical, debemos prever un soporte o apuntalamiento para el peso del motor.
- El conjunto del motor, y con especial atención a la caja de control o conexiones eléctricas, debe permanecer seco en todo momento. Prestar atención con la cercanía a un pozo de ancla, un tanque de agua, o posibles drenajes de cubierta.
- Se deberá pintar el interior del túnel y la hélice con antifouling, pero no los ánodos de sacrificio, las juntas de goma o el eje del motor. Las capas de pintura deberán ser finas, pues el diámetro de la hélice está muy ajustado con el diámetro interno del tubo.



# Especificaciones técnicas

## SIDEPower / SLEIPNER (instalados en panel didáctico)



### Thruster Measurements

Measurement code	Measurement description	*20		*25		*30		*40	
		mm	inch	mm	inch	mm	inch	mm	inch
ID	Internal tunnel diameter	110	4.33	110	4.33	125	4.92	125	4.92
T (min)	Tunnel thickness min.	4	0.16	4	0.16	4	0.16	4	0.16
T (max)	Tunnel thickness max.	6	0.24	6	0.24	6	0.24	6	0.24
TL	Minimum tunnel length	111	4.37	111	4.37	111	4.37	111	4.37
TL (recommended)	Recommended tunnel length	133	5.24	133	5.24	136	5.35	136	5.35
WD	Minimum water depth	110	4.33	110	4.33	125	4.92	125	4.92
H	Motor Height	209	8.23	252	9.92	263	10.35	263	10.35
W	Motor width	200	7.87	198	7.80	199	7.83	206	8.11
L	Motor length	183	7.20	183	7.20	183	7.20	183	7.20

Hélice de proa

Hélice de popa



## Especificaciones técnicas

### SIDEPower / SLEIPNER (instalados en maqueta)

- Motor: CC reversible.
- Caja de engranajes: Bronce resistente al agua de mar. Cojinete de bolas en el eje de la hélice y una combinación de cojinete de bolas y cojinete deslizante en el eje de transmisión.
- Soporte motor: Material compuesto reforzado con fibra de vidrio. Insertos de rosca de latón.
- Túnel: PRFV de hilo cruzado
- Hélice: Hélice Q-prop de 5 palas PRFV composite reforzado con fibra de vidrio.

#### Thruster Specifications

Description	* 20	* 25	* 30	* 40
Available DC System (v)	12v	12v	12v	12v
Thrust 12v or 24v (kg * lbs)	25 kg * 55 lbs	30 kg * 66 lbs	40 kg * 88 lbs	48 kg * 105 lbs
Thrust 10.5v or 21v (kg * lbs)	20 kg * 44 lbs	25 kg * 55 lbs	30 kg * 66 lbs	40 kg * 88 lbs
Typical Boat Size (m * ft)	> 7m * >23ft	> 7m * >23ft	6m - 8m * 20ft - 28ft	8m - 10.5m * 26ft - 34ft
Propulsion System	Single	Single	Single	Single
Power (kw * Hp)	1.5kw * 2hp	1.5kw * 2hp	1.5kw * 2hp	2.2kw * 3hp
Weight (kg * lbs)	9.5kg * 21lbs	9.5kg * 21lbs	9.5kg * 21lbs	10kg * 22lbs

Hélice de proa

Hélice de popa

## Funciones de seguridad

Dispone de un dispositivo electrónico de lapso de tiempo que protege contra cambios repentinos de dirección de conducción.

Dispone de un interruptor de corte térmico eléctrico en el motor eléctrico que protege contra el sobrecalentamiento (reinicio automático cuando el motor eléctrico se enfría).

El acoplamiento flexible entre el electromotor y el eje de transmisión protege el electromotor y el sistema de engranajes en caso de atasco de la hélice.

El panel se apaga automáticamente 6 minutos después del último uso (intervalo ajustable).

Los paneles Sleipner originales utilizan botones dobles de encendido seguros para niños.

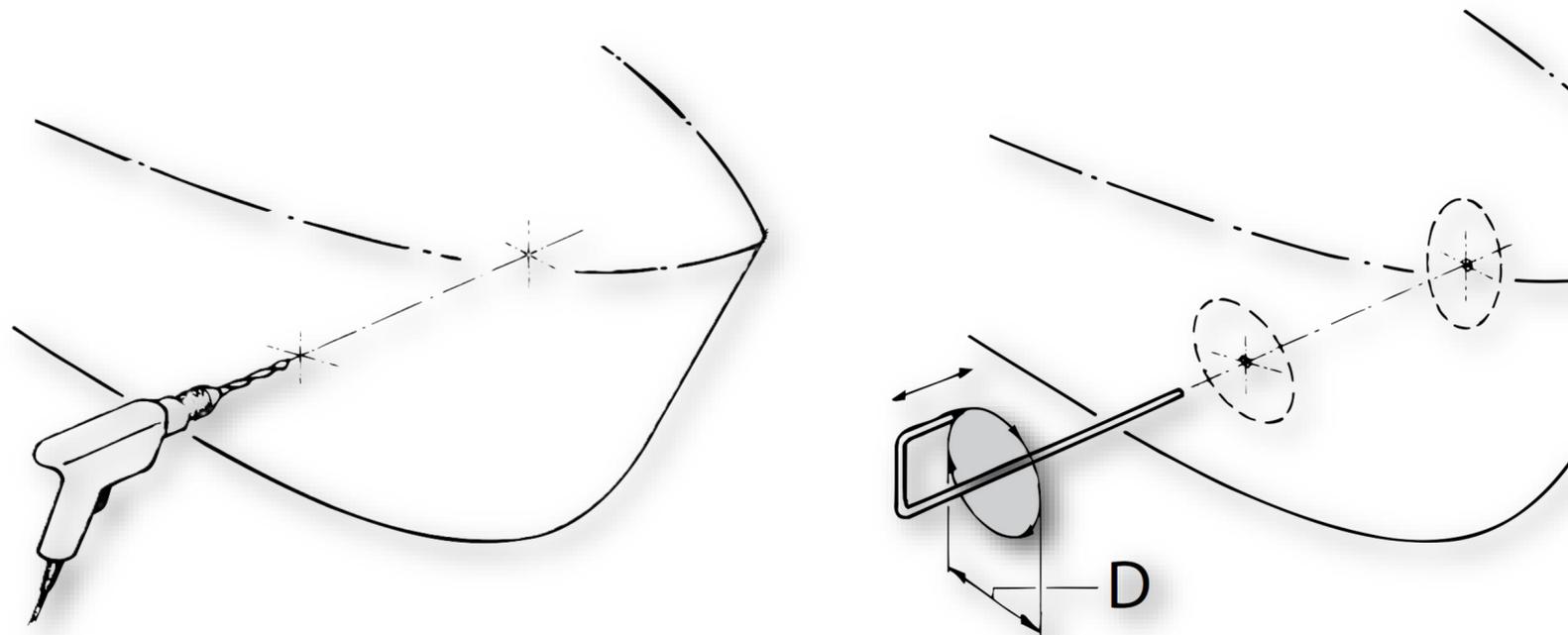
Un microprocesador integrado monitorea los solenoides, reduce el desgaste y el riesgo de bloqueo del solenoide.

La parada automática del propulsor se produce cuando existe un bloqueo de solenoide no deseado o cuando el temporizador de corte de funcionamiento continuo supera los 3 minutos.

## Herramienta de **trazado del corte** en el casco para el túnel

Una vez marcado el centro del túnel en ambas amuras del casco, se realiza una pequeña perforación que permita introducir una varilla a modo de guía, cruzando así de un lado a otro alineando ambos agujeros.

Es posible fabricar un compás doblando un extremo de la varilla en forma de “C” y fijándole un rotulador, de modo que los agujeros actúen como centro de giro, y el movimiento dentro / fuera permitirá trazar la curva “proyectada” del túnel sobre la amura del casco.

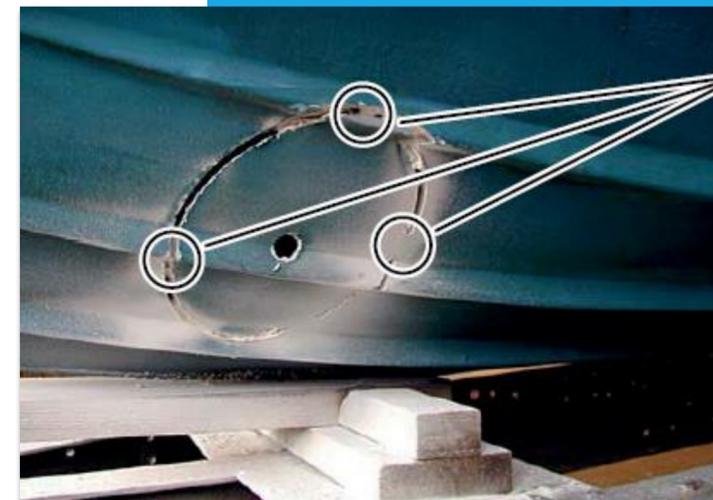


## Herramienta de **trazado y corte** del casco para el túnel

El trazado y corte de los huecos para la instalación del túnel puede también realizarse mediante una amoladora recta, en la que se acopla un accesorio graduable que le permite pivotar alrededor de la varilla centradora y fresar la forma directamente sobre el casco.

El procedimiento a seguir es el siguiente:

1. Encontrar la posición correcta del túnel del propulsor según el manual de instalación del propulsor.
2. Taladrar ambos orificios guía de Ø12 en la posición correcta.
3. Insertar la herramienta de corte a través de ambos orificios de Ø12.
4. Encender la amoladora y marcar la ruta de corte girando firmemente la herramienta. Evitar que la varilla se doble.
5. Cortar el agujero para el túnel.

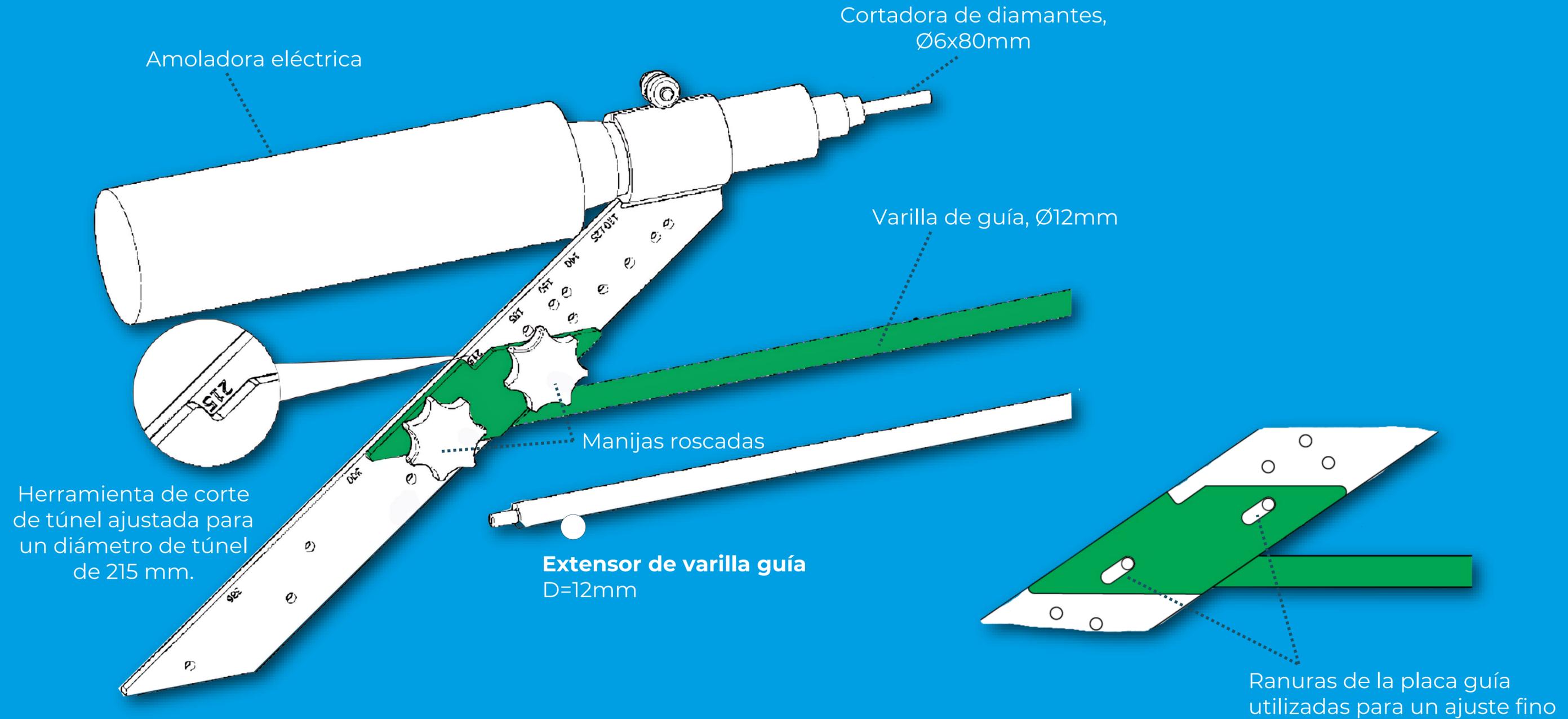


### Importante:

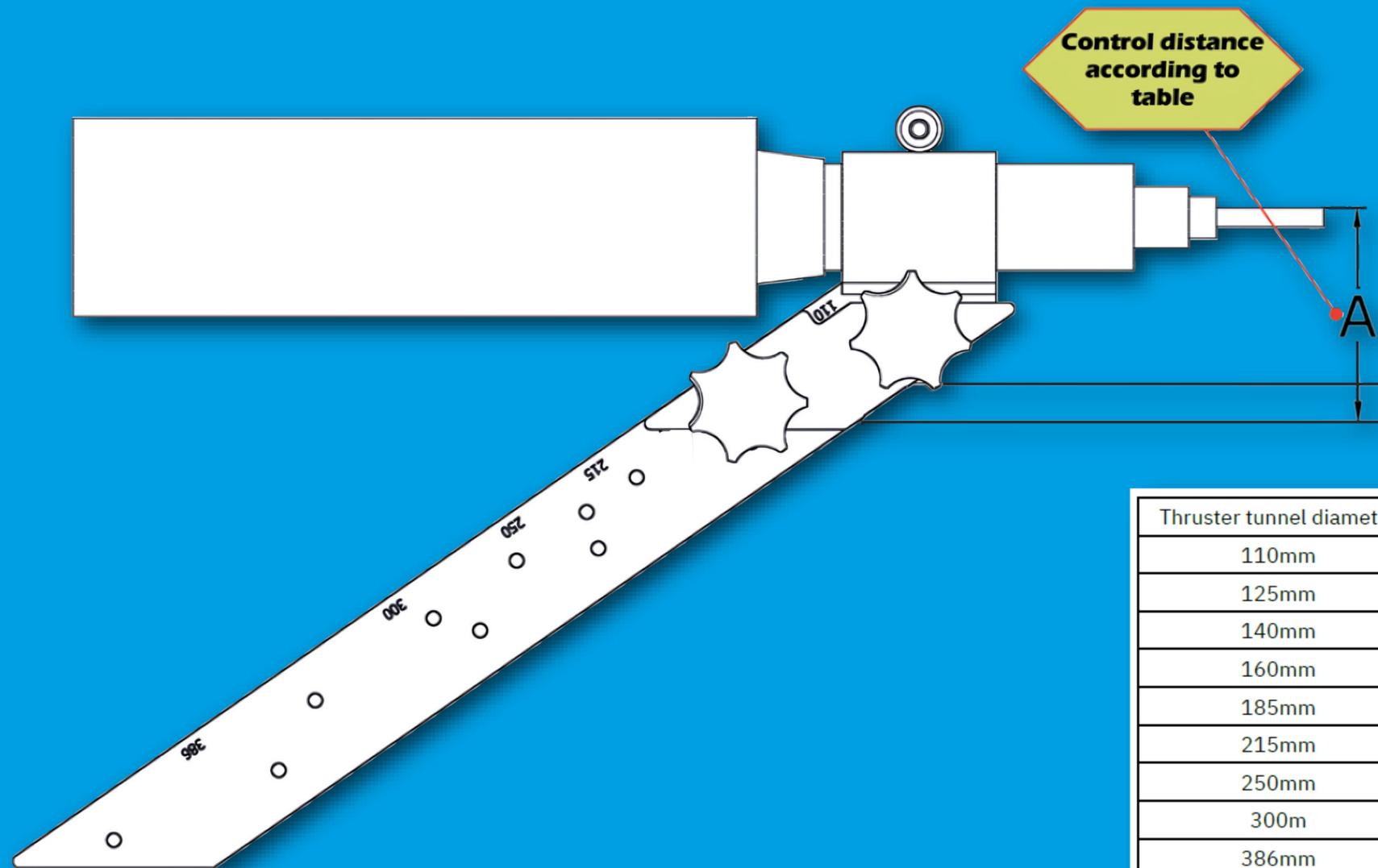
Dejar tres zonas para mantener la estabilidad mientras se corta para que la guía permanezca estable hasta que los agujeros se corten correctamente (marcado en ambos lados).



# Herramienta de **trazado y corte** del casco para el túnel



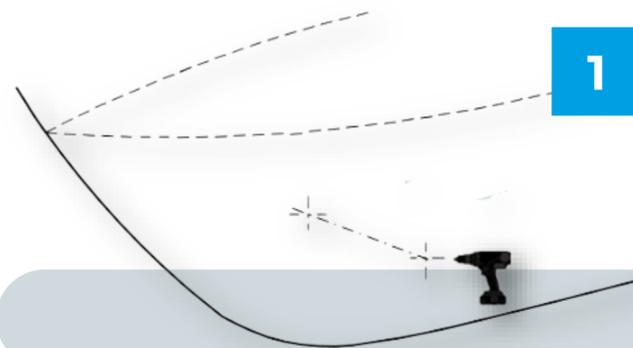
# Herramienta de **trazado y corte** del casco para el túnel



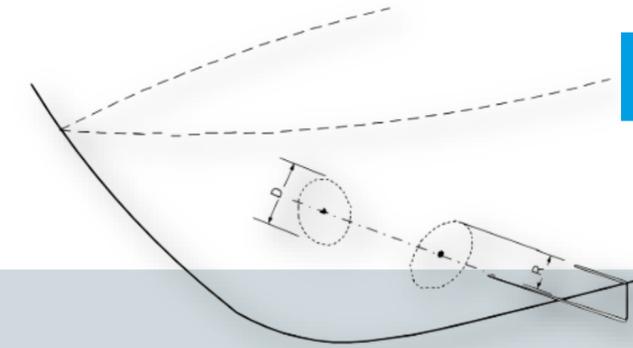
Ensamblar la herramienta de corte y ajustarla al diámetro correcto del túnel. Después de apretar manualmente las dos manijas roscadas, apretar el tornillo de ajuste para obtener la distancia A correcta.

Thruster tunnel diameter	Position at cut out tool	Distance A mm	Distance A inches
110mm	110mm	70	2,8
125mm	125mm	74	2,9
140mm	140mm	85	3,4
160mm	160mm	94,5	3,7
185mm	185mm	105	4,1
215mm	215mm	120,5	4,7
250mm	250mm	140	5,5
300mm	300mm	167	6,6
386mm	386mm	213	8,4

# Instalación del túnel del propulsor de proa. Instrucciones generales

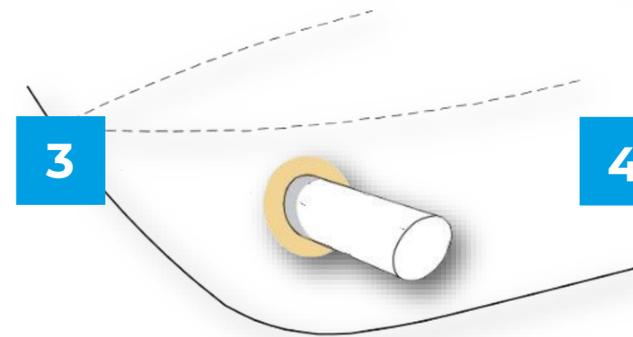


**1** Encontrar la posición en la embarcación. Marcar el centro del túnel a ambos lados del casco. Taladrar un agujero horizontalmente en estas marcas.



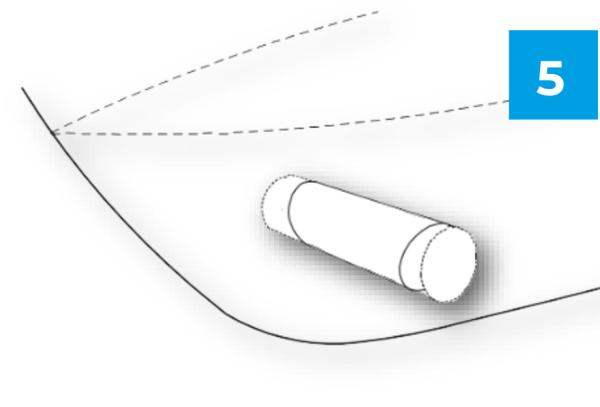
**2** Marcar el círculo para la abertura del túnel (diámetro exterior del túnel) y cortar el orificio.

Quitar la capa de gel coat hasta el área de “fibra de vidrio real” de 12 cm alrededor del orificio, tanto en el interior como en el exterior del casco, para fundir el túnel en el casco.

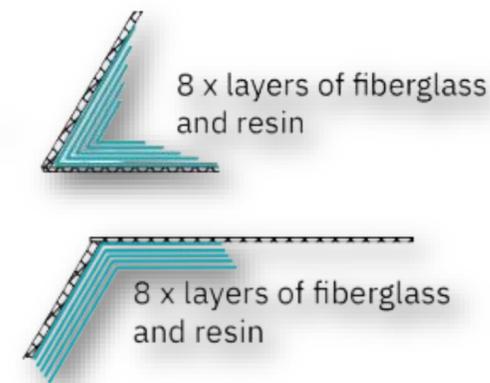


**3**

**4** Insertar el túnel y marcar su forma para que encaje en el casco.



**5** Cortar los extremos del túnel a la forma deseada y lijar ligeramente su superficie. Limpiar con acetona o similar la zona donde se va a aplicar fibra de vidrio.



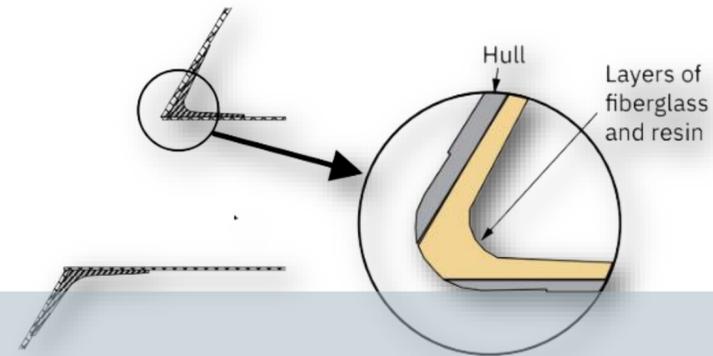
8 x layers of fiberglass and resin

8 x layers of fiberglass and resin

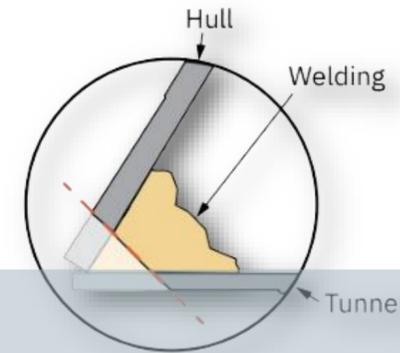
**6** Colocar el túnel en el interior del casco, usar al menos ocho capas de 300 gr de fibra de vidrio y resina, preferiblemente alternando fieltro y tejido. Para redondear los extremos del túnel a un radio del 10 %, hacer más capas en el interior para conservar el grosor deseado del casco.

*Nota: asegurarse de que los espacios entre el túnel y el casco estén completamente llenos de resina/fibra de vidrio. En áreas donde no se pueda acceder para hacer capas de resina/fibra de vidrio, se debe utilizar una mezcla de resina/fibra de vidrio.*

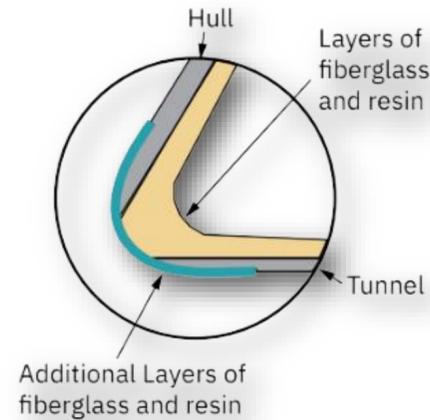
# Instalación del túnel del propulsor de proa. Instrucciones generales



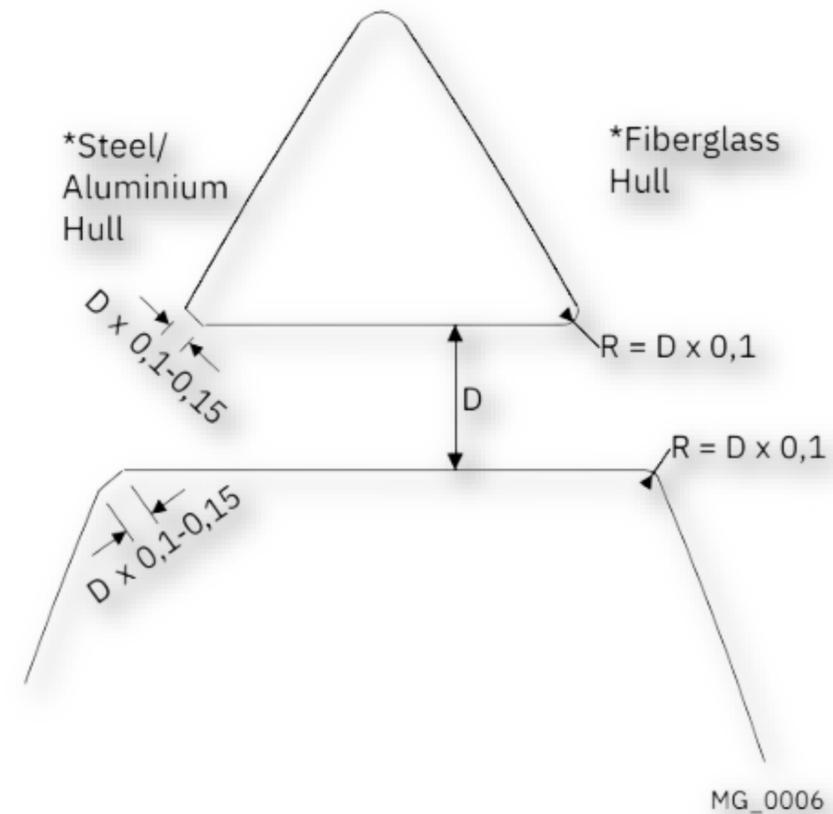
**7** Con el túnel ya instalado, redondear los bordes con un radio del 10 % del diámetro del túnel.



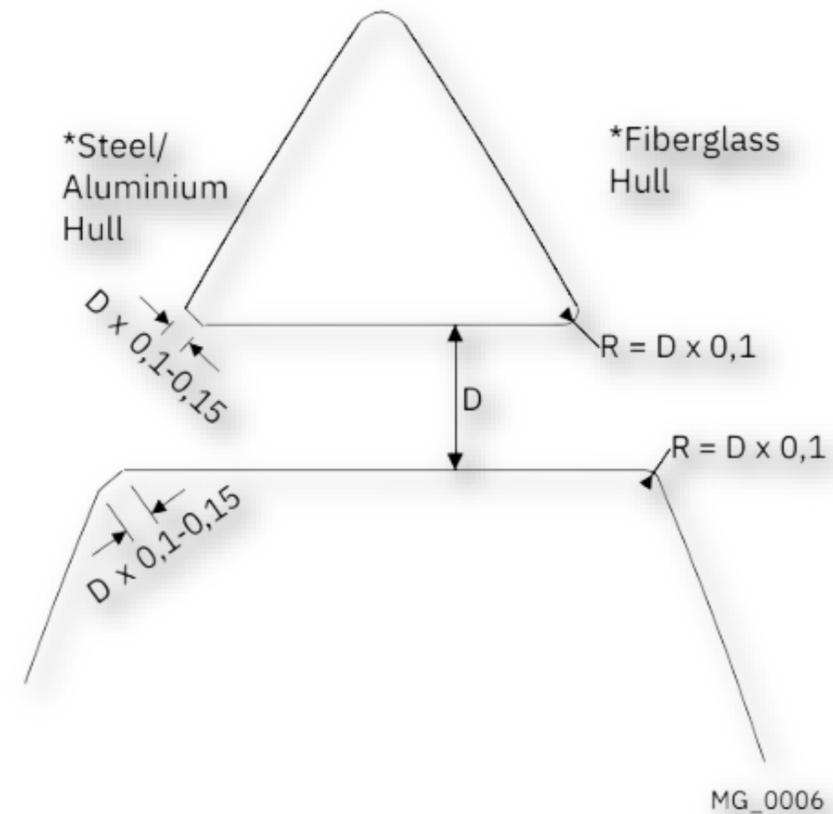
**8** Para cascos de acero/aluminio, hacer una pendiente con una longitud de 10-15% del diámetro del túnel.



**9** Aplicar además dos capas en el exterior del túnel/casco en un área de 10 cm



**10** Seguir el mismo método para hacer el deflector.



## Instalación del túnel en veleros

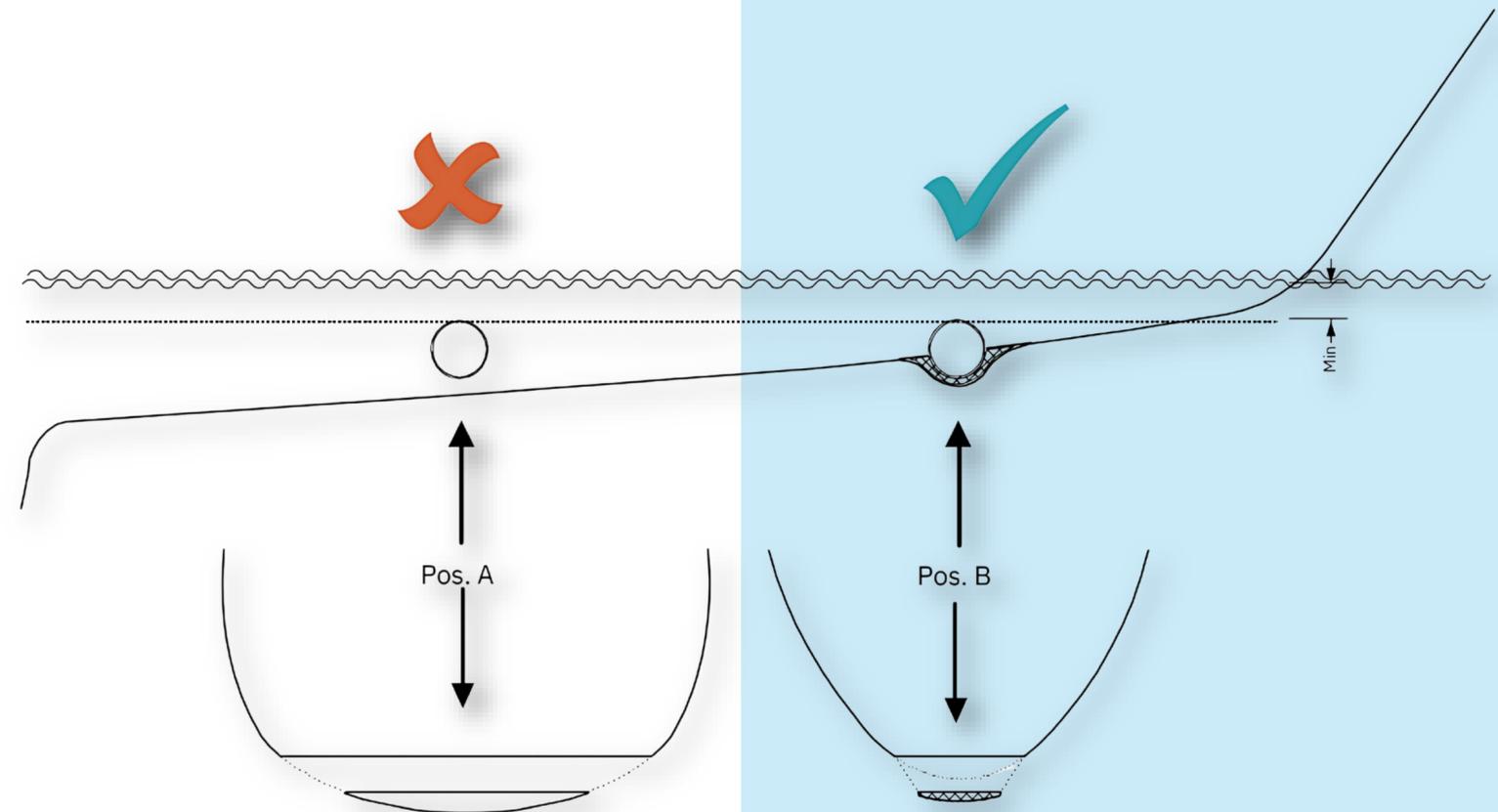
Algunos veleros tienen un fondo plano y poco calado en la sección de proa. Esto puede hacer que la instalación del propulsor esté lo más lejos posible del pivote principal de la embarcación.

Sin embargo, es posible instalar un propulsor de túnel en la mayoría de los veleros, incluso cuando el casco no soporta directamente la instalación de un túnel, ajustando el túnel hasta la mitad de la sección inferior del casco existente.

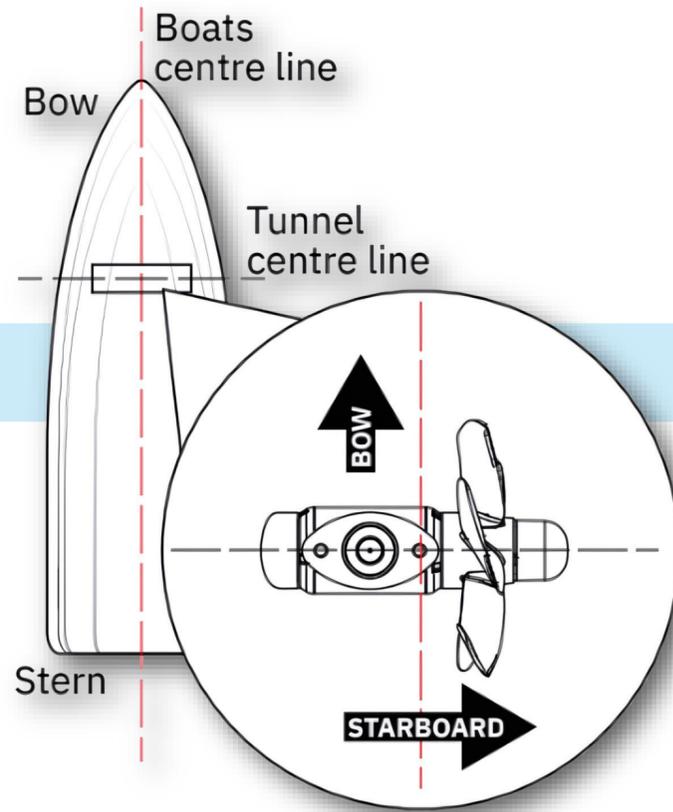
Reforzarlo con un deflector/alerón que dirija el flujo de agua alrededor del túnel. Esto permitirá la instalación del propulsor en la posición adecuada en el barco, manteniendo la confiabilidad y las ventajas de espacio del túnel.

Esta instalación está siendo utilizada por algunos de los constructores de barcos de vela más grandes del mundo y ha demostrado que la pérdida de velocidad es mínima o nula durante la navegación normal.

Este también puede ser un método de instalación para barcazas de fondo plano para evitar túneles extremadamente largos y grandes aberturas ovaladas en el casco.



# Instalación del eje de transmisión y soporte del motor



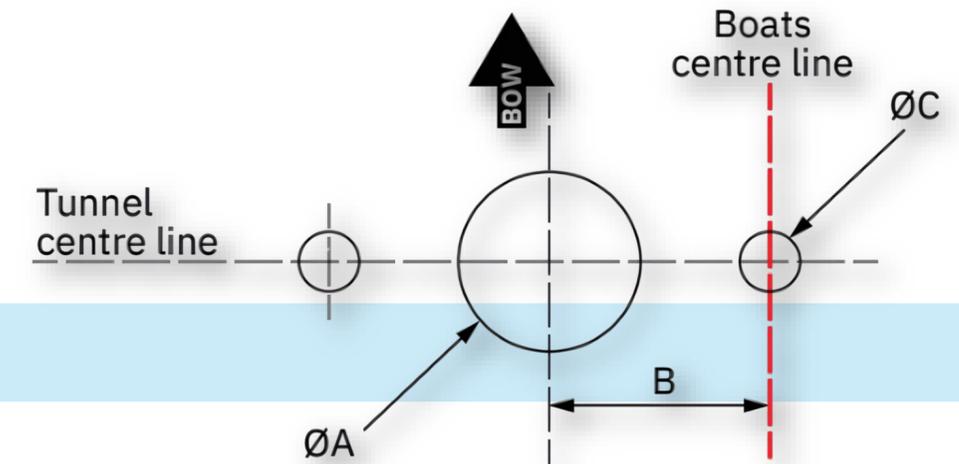
**1** Marcar la línea central del túnel y la línea central del barco.

*Nota: Instalar la pata del engranaje y la hélice como se muestra arriba para que la dirección de empuje corresponda con el panel de control.*

**2** Utilizar la junta o plantilla para marcar los centros de los orificios y volver a verificar las medidas. Un orificio debe colocarse usando la línea central del barco (crujía) como se muestra arriba. (Nota: para una correcta instalación todos los orificios deben estar alineados con la línea central de los túneles, el espacio libre entre la hélice y el túnel es mínimo.)

**3** Alisar la superficie del túnel. Una superficie áspera provocará una posible falla/movimiento de la pata del engranaje. El soporte del motor debe descansar firmemente sobre el túnel.

**4** Taladrar el orificio central principal seguido de los dos orificios para tornillos.



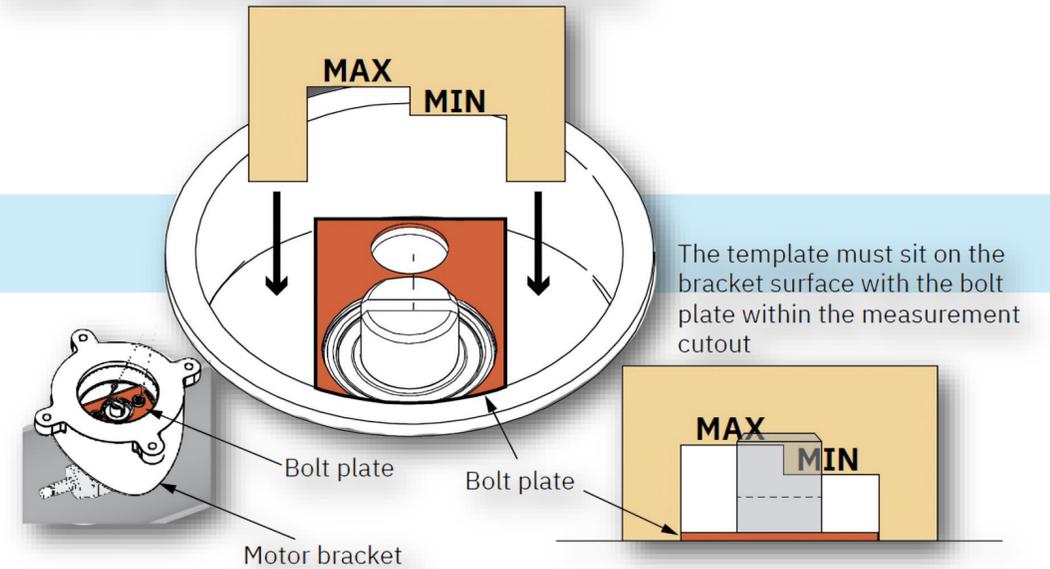
Measurement Description	SE*P 20		SE*P*P 30	
	mm	inch	mm	inch
ØA	29	1.14	29	1.14
B	20	0.79	20.5	0.81
ØC	7	0.28	9	0.35

\*P- Propositional  
\*IP- Ignition Protected

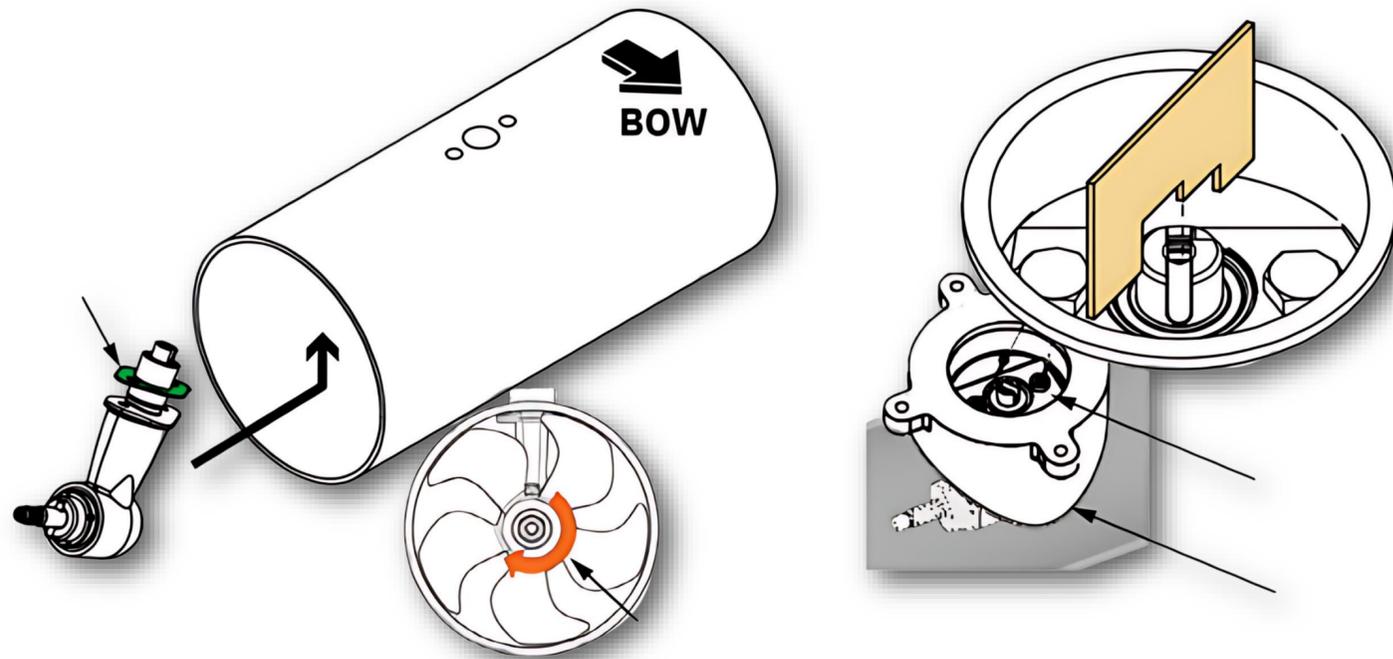
## Instalación del eje de transmisión y soporte del motor

- 5** Colocar la pata del engranaje (sin la hélice) con la junta puesta dentro del túnel. Colocar la hélice en la pata del engranaje para asegurarse de que esté centrada y gira libremente con la misma holgura desde cada aspa hasta la pared del túnel. Colocar el soporte superior del motor para medir que el eje impulsor ha pasado el soporte del motor a la altura correcta. Retirar la pata del engranaje y la hélice para la instalación final.

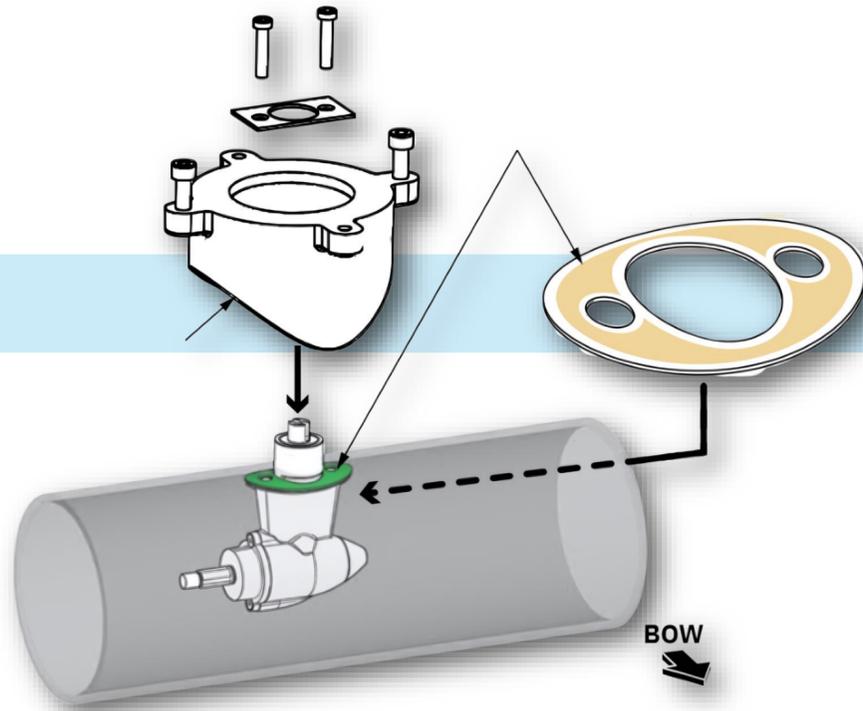
Measure the drive shaft has come through the motor bracket at the correct height with the template supplied.



Colocar el soporte y la placa de fijación del motor, y comprobar que el eje esté en la posición correcta (altura) la altura con la galga suministrada en el kit.



## Instalación del eje de transmisión y soporte del motor



Aplicar polímero sellador a ambos lados de la junta.

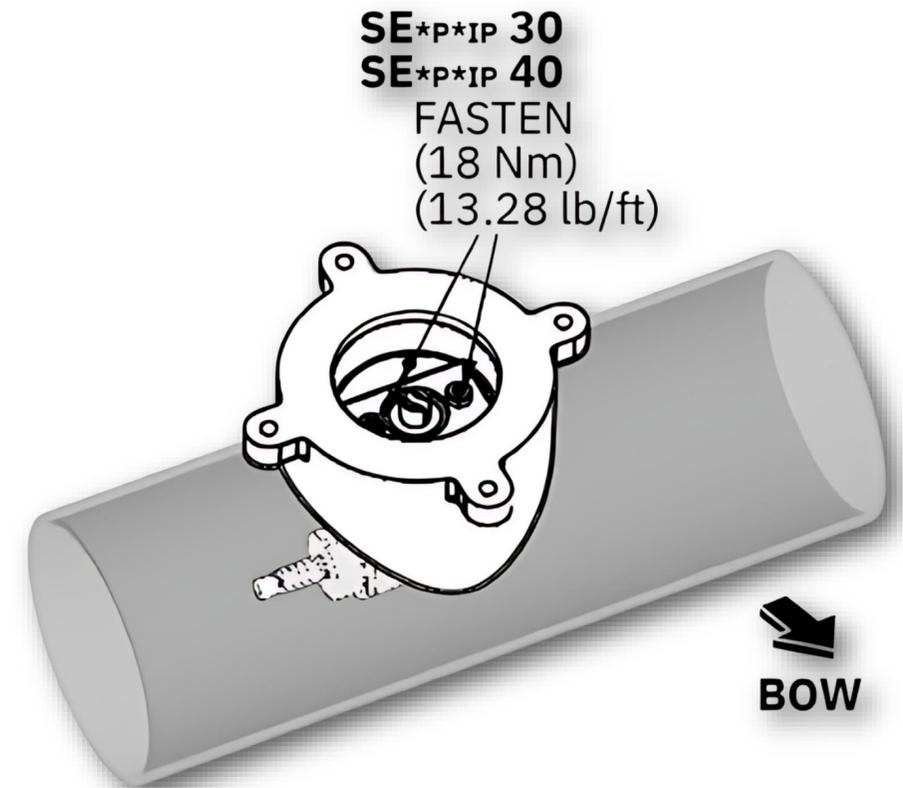
**IMPORTANTE**  
No aplicar sellador en los agujeros.

**6** Aplicar el sellador adecuado a ambos lados de la junta y colocarla en la pata del engranaje. Colocar la pata en el túnel (sin la hélice).

**7** Instalar suavemente el soporte superior del motor y la pata del engranaje. Utilizar un sellador adecuado para asegurarse de que no se produzcan fugas.

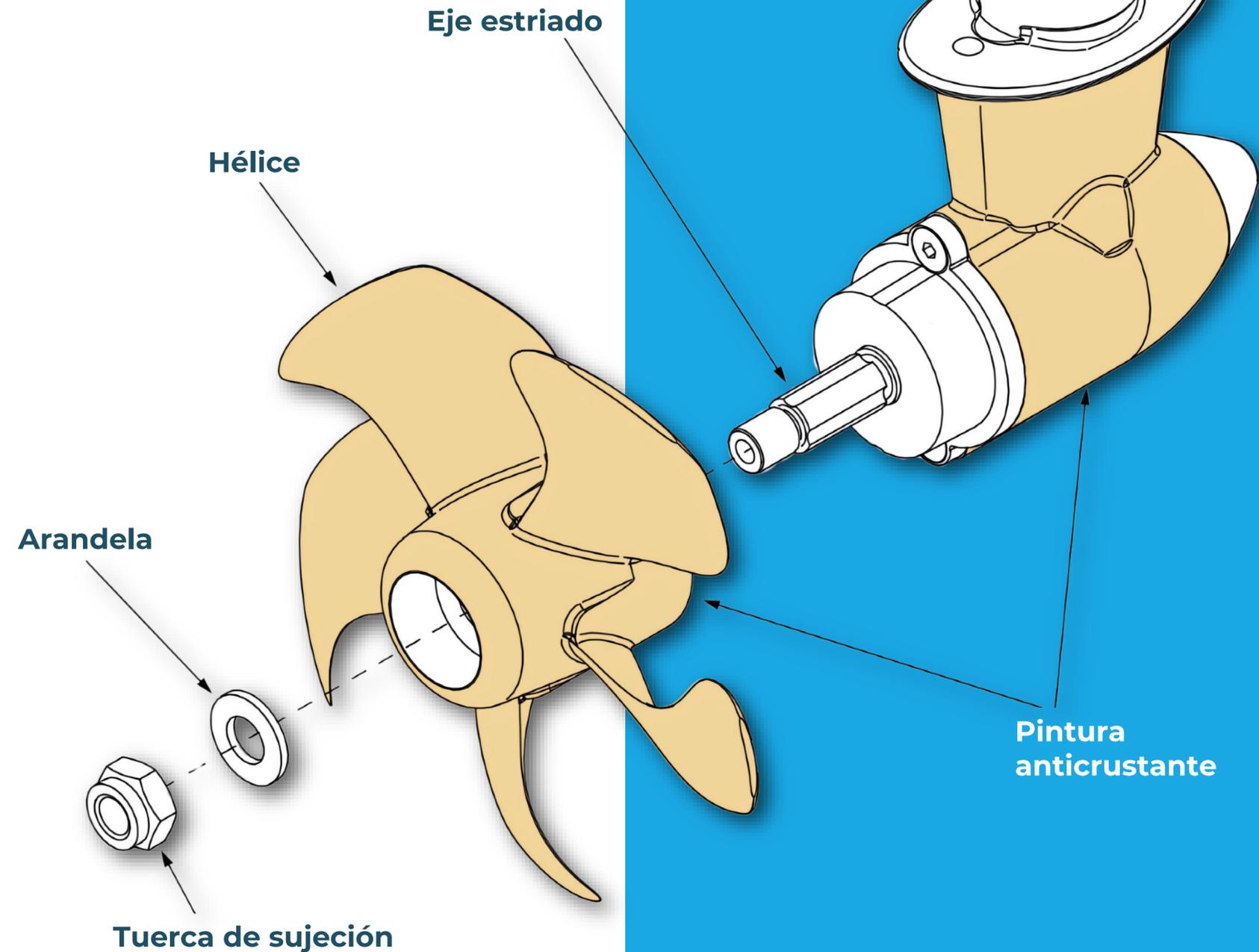
Sujetar la pata del engranaje y el soporte del motor con los pernos proporcionados. Apretar al par indicado.

**8**



## Instalación del **propulsor**

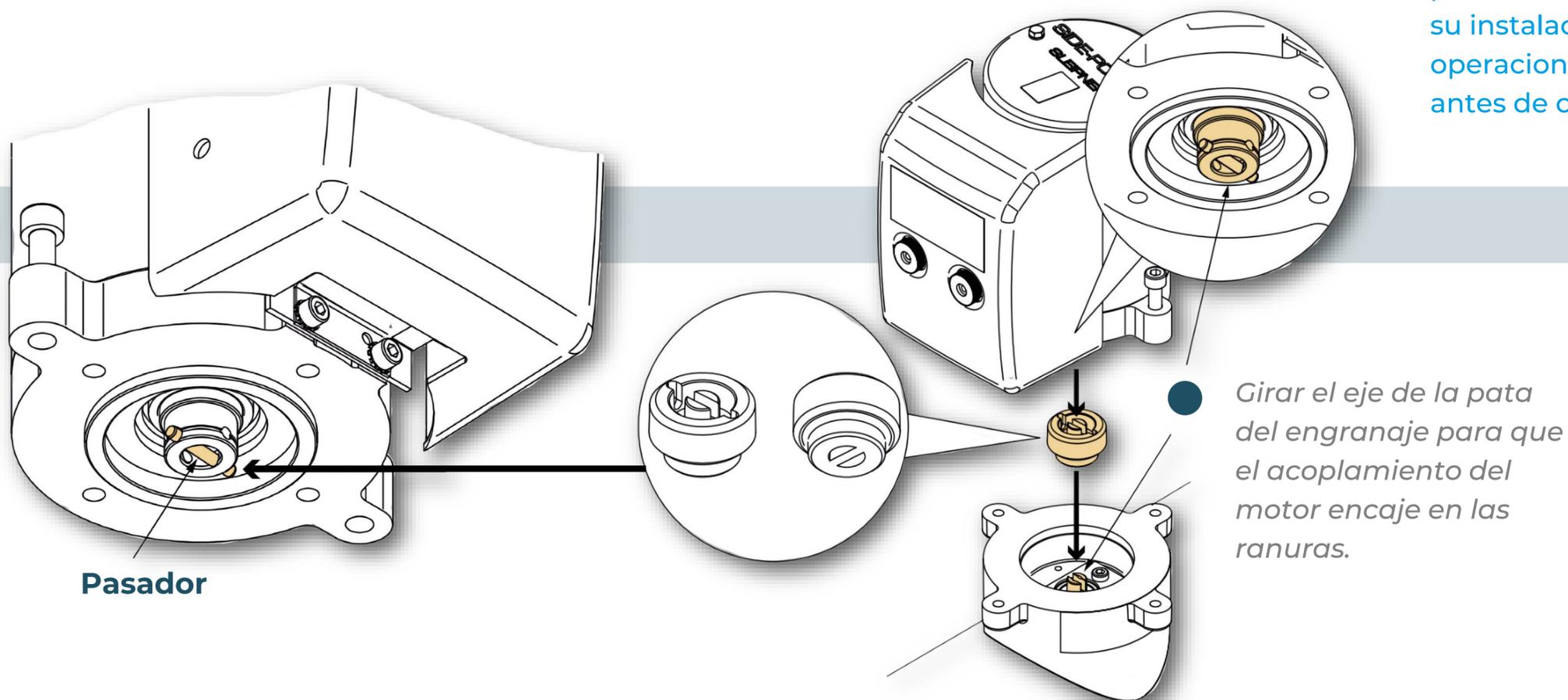
- 1** Insertar la hélice en la columna del eje. Girar la hélice hasta que la estría del eje se alinee con la estría interna de la hélice.
- 2** Insertar la arandela hasta el final de la ranura del eje. Apretar con la contratuerca de la hélice.
- 3** Aplicar antiincrustante a la pata del engranaje y a la hélice. No aplicar antiincrustante a ningún elemento de goma de la pata del engranaje ni a los ánodos.



## Instalación del motor

### IMPORTANTE

El conjunto del motor propulsor debe protegerse con una cubierta adecuada para evitar la entrada de polvo durante su instalación. Al finalizar las operaciones, se debe quitar la cubierta antes de operar el propulsor.



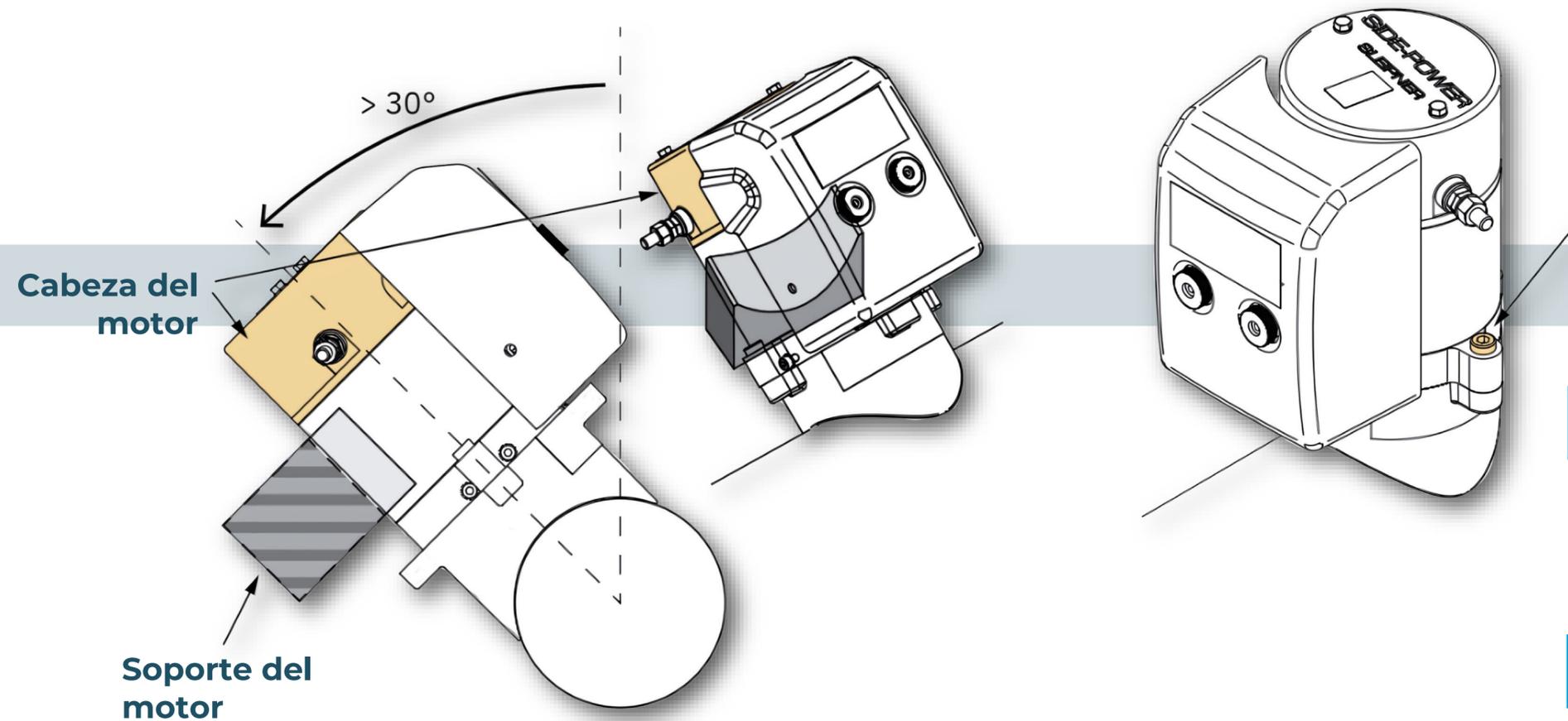
Insertar el pasador en el eje del motor.  
Insertar el acoplamiento para alinearlo con el pasador en el eje del motor.

1

2

Instalar el motor en el soporte asegurándose de que los acoplamientos estén acoplados correctamente (superior e inferior). (Nota: el motor se puede colocar en todas las direcciones en el soporte del motor. Sin embargo, se debe tener en cuenta que los terminales de los cables queden accesibles para la instalación eléctrica posterior).

## Instalación del motor



Si se instala el motor en un ángulo de más de 30 grados con respecto a la vertical, el motor requerirá un soporte adicional. (Nota: no colocar los soportes en la tapa superior de los motores.)

3

4

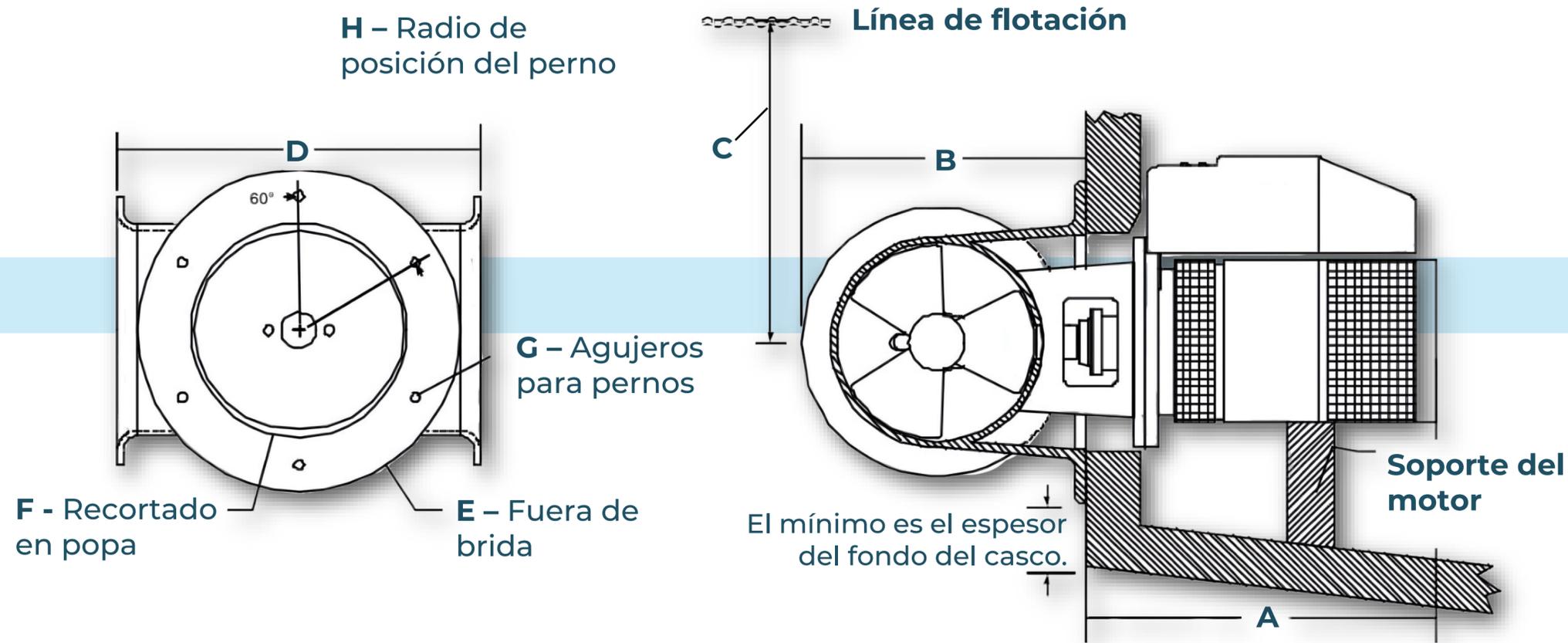
Apretar los pernos que sujetan el motor al soporte del motor con el par de torsión indicado.

5

Verificar que los ejes de transmisión estén enganchados girando la hélice.

*Nota: la rotación de las hélices puede ser difícil debido a la reducción de engranajes y al motor; sin embargo, la hélice debe poder girar con fuerza manual.*

# Instalación del propulsor de popa. Túnel atornillado de GRP\*



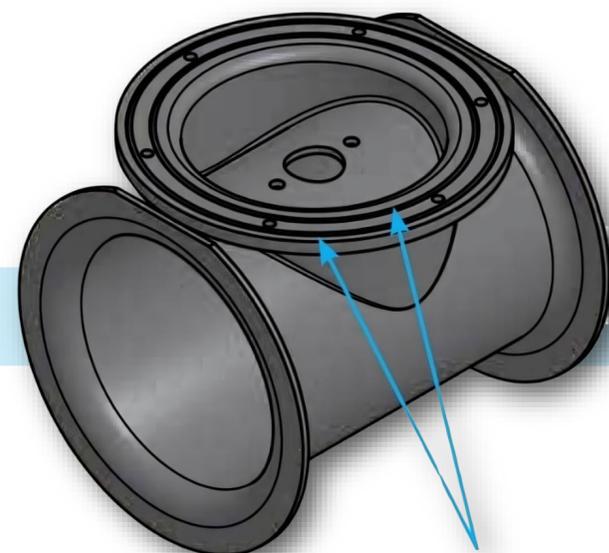
Dimensiones (mm)	SE30/40
A	200
B	190
C	135
D	197
E	217
F	160
G	6,5
H	98
Espesor popa (máx.)	14

**1** Asegurarse de que haya suficiente espacio tanto dentro como fuera del espejo de popa de la embarcación.

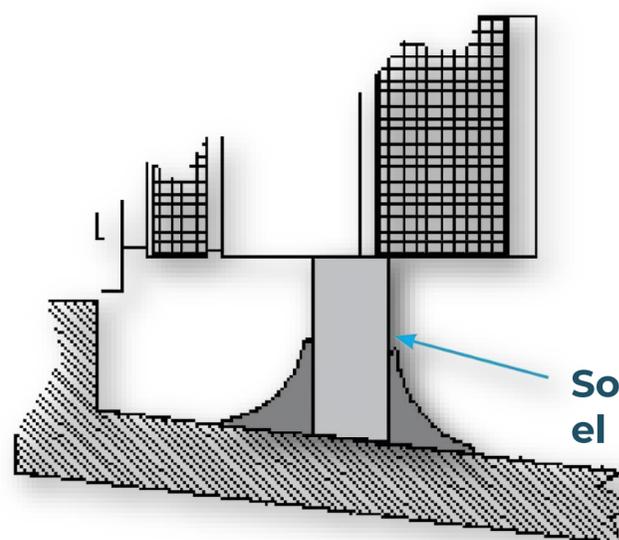
**2** Una vez decidida la posición de instalación, mantener el túnel en posición horizontal y marcar los orificios de los pernos. Retirar el túnel y luego será posible calcular y marcar el centro.

*(\*) El GRP es un material hecho de plástico y fibras de vidrio, es decir, un compuesto de plástico reforzado con fibra de vidrio. Los componentes incluyen fibras de vidrio y resina epoxídica, resina de éster vinílico o resina de poliéster.*

## Instalación del propulsor de popa. **Túnel atornillado de GRP\***



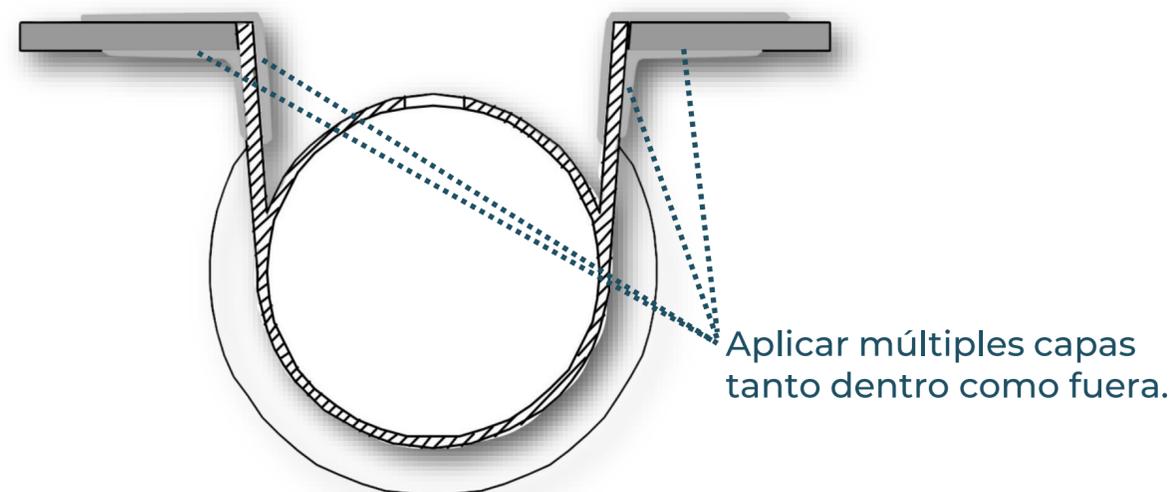
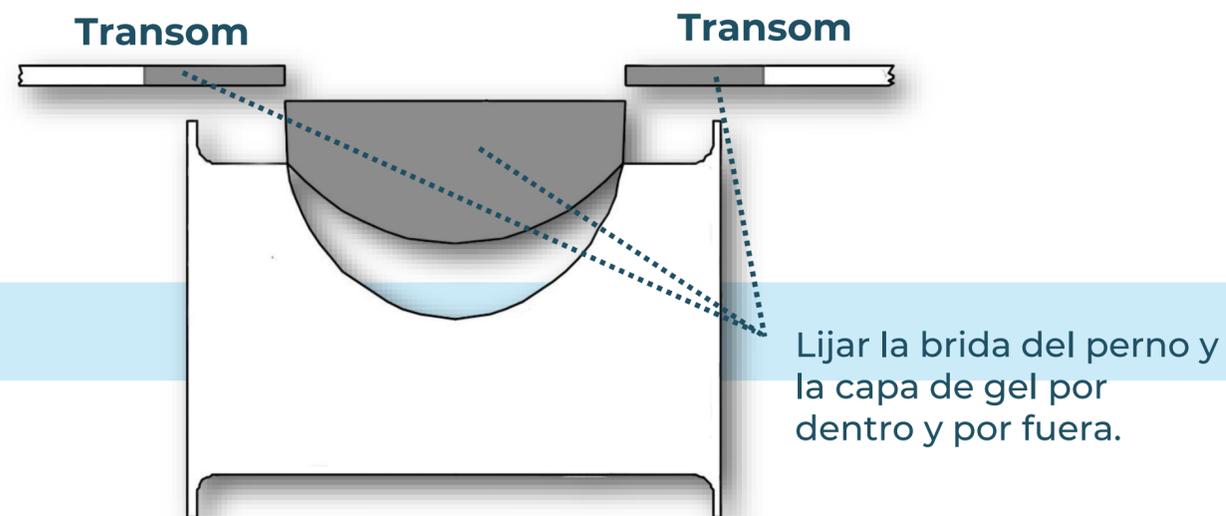
**Sellador**



**Soporte para el motor**

- 3** La brida del túnel debe quedar al ras del espejo de popa. De lo contrario, la zona de montaje en el espejo de popa deberá ajustarse para garantizar un ajuste perfecto. **Tener cuidado con las amoladoras, ya que es muy fácil quitar demasiada fibra de vidrio.**
- 4** Cortar el orificio central en el espejo de popa con el mismo diámetro interno que la brida del túnel y taladrar los agujeros de los pernos. Antes de instalar el túnel de popa, sellar el área preparada con un gelcoat o similar para asegurar que no entre agua.
- 5** Antes de instalar el túnel en el espejo de popa, instalar la pata del engranaje en el túnel.
- 6** Al instalar el túnel, aplicar suficiente sellador en las pistas de sellado de la base del túnel y alrededor de los pernos para hacer un ajuste hermético.
- 7** El electromotor debe tener un soporte sólido (el peso del motor no puede causar una acción de torsión).

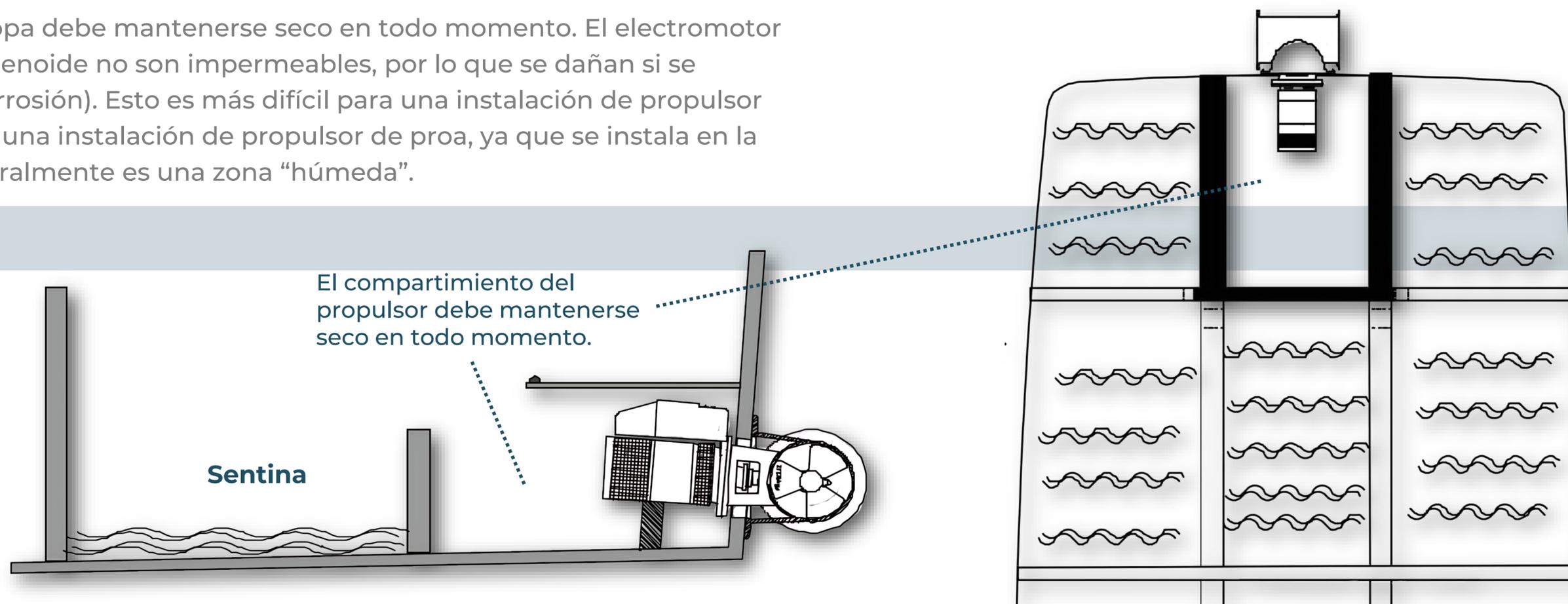
## Instalación del propulsor de popa. Túnel atornillado de GRP\*



- 8** Cortar la brida de atornillado en la popa del túnel.
- 9** Lijar el gelcoat tanto por dentro como por fuera del “tubo” restante al menos 10 cm hacia abajo en el “tubo”.
- 10** Colocar el túnel de popa en la posición deseada en el espejo de popa y marcar alrededor del tubo.
- 11** Cortar el agujero marcado en el espejo de popa del barco.
- 12** Lijar el gelcoat en el espejo de popa del barco en un área de al menos 10 cm alrededor del agujero, tanto lateral e interior.
- 13** Colocar el túnel de popa en el espejo de popa en la posición horizontal deseada, y pegarlo al espejo de popa con varias capas de fibra, tanto en el interior como en el exterior. No reducir mucho el diámetro interno, ya que esto hará que sea más difícil montar el propulsor.
- 14** Aplicar gelcoat o similar en todas las zonas unidas.
- 15** Instalar la pata del engranaje en la popa del túnel.

## Instalación del propulsor de popa. **Compartimento estanco**

El propulsor de popa debe mantenerse seco en todo momento. El electromotor y el sistema de solenoide no son impermeables, por lo que se dañan si se mojan (óxido y corrosión). Esto es más difícil para una instalación de propulsor de popa que para una instalación de propulsor de proa, ya que se instala en la sentina, que generalmente es una zona “húmeda”.



Sellar todos los orificios de drenaje que van al compartimento del propulsor.

1

2

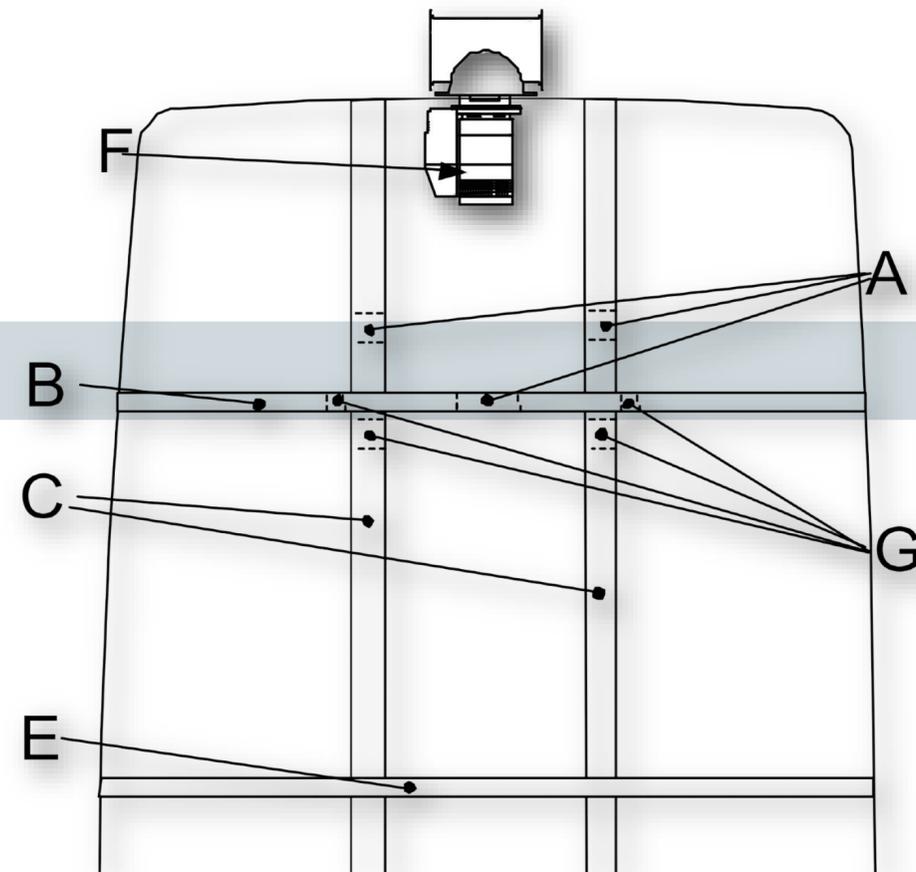
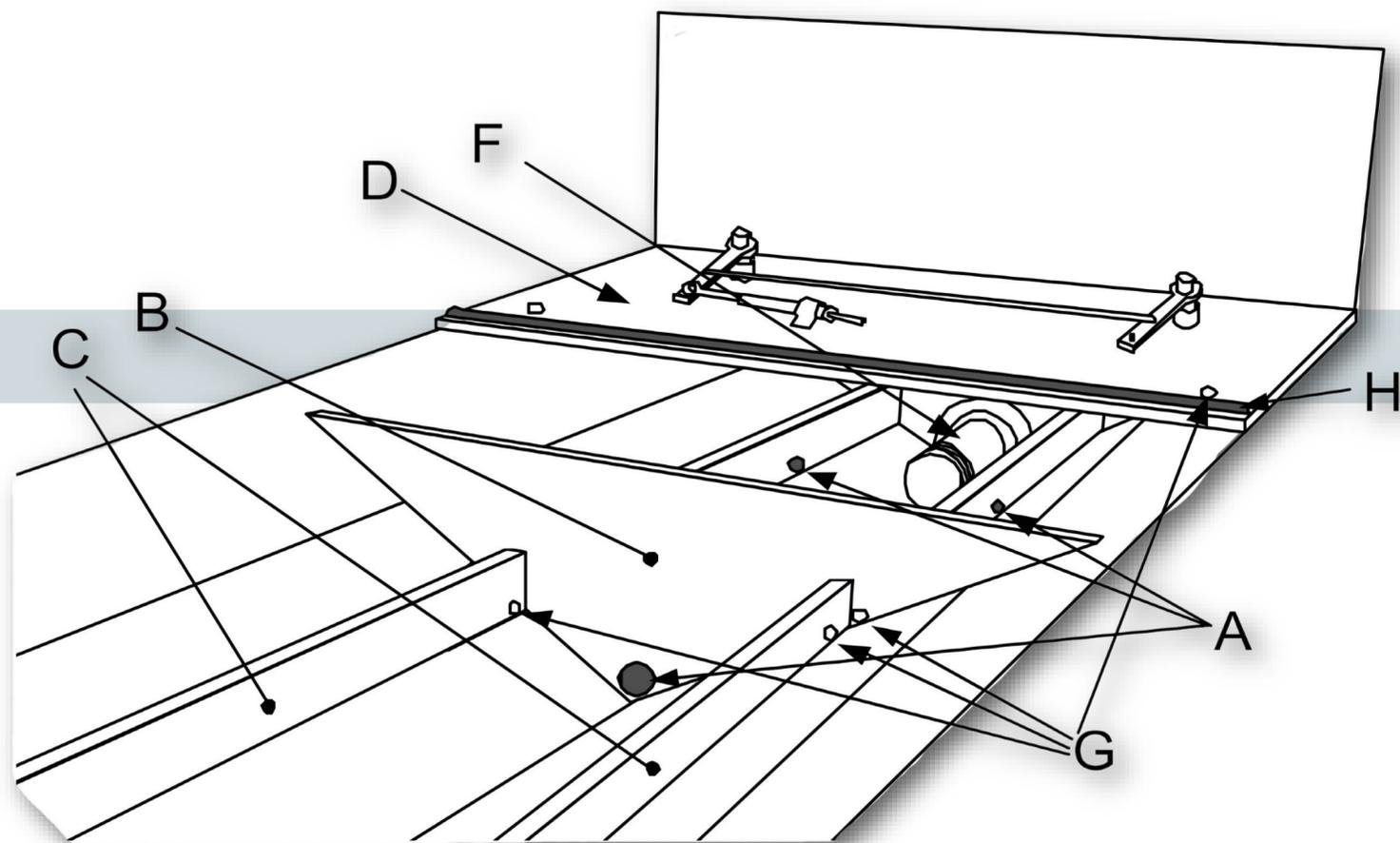
Los compartimentos contiguos y cualquier mamparo o compartimento superior deben drenarse hacia la sentina, frente al compartimento de instalación del propulsor.

## Instalación del propulsor de popa. **Compartimento estanco**

- 3** Si el eje de la hélice u otras piezas móviles con alta posibilidad de fugas pasan por el fondo de la embarcación en el mismo compartimento donde está colocado el propulsor, se debe crear un compartimento separado para el propulsor.
- 4** Las entradas del eje del timón al barco y sus alrededores deben drenarse para que el agua se dirija a la sentina.
- 5** Asegurarse de que el compartimento de instalación de los propulsores de popa no esté en el lugar donde corra el agua si el sistema de autodrenaje de la cubierta del barco no funciona correctamente.
- 6** En general, se deben tomar todas las medidas posibles para garantizar que las fugas de agua de fuentes que probablemente tengan fugas de agua se drenen para evitar que el agua entre en el compartimento del propulsor de popa.
- 7** Es recomendable instalar una bomba de achique autoactivada, preferiblemente con sistema de alarma, en el compartimento de la popa.
- 8** El sistema de cables de control del propulsor debe instalarse de manera que al menos todas las uniones y conectores se mantengan secos en todo momento.
- 9** La caja de control electrónico originalmente colocada en el electromotor, pueda instalarse alejada del propulsor en una posición más alta asegurando que permanecerá seca en todo momento, incluso si hay fugas accidentales.

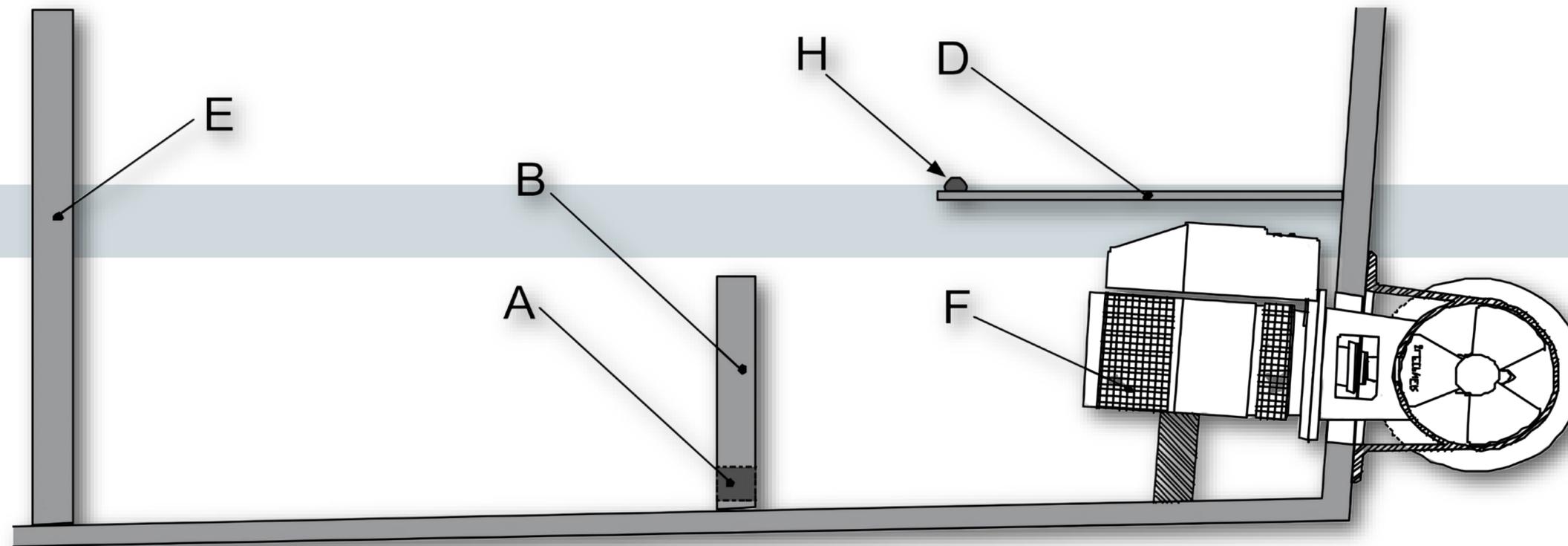


## Instalación del propulsor de popa. **Compartimento estanco**



A	Orificios de drenaje u otras aberturas desde áreas húmedas hacia el compartimento del propulsor. Deben estar sellados.
B	Mamparos originalmente no sellados.
C	Orificios de drenaje en refuerzos longitudinales desde los compartimentos laterales.
D	Tapa sobre sentina (a menudo se instalan el sistema de dirección y otras instalaciones técnicas).
E	Mamparos estancos a la sala de máquinas.
F	Propulsor.
G	Orificios de drenaje hacia la bomba de achique.
H	Bordes antigoteo en todas las superficies sobre el compartimento del propulsor para dirigir el agua hacia los orificios y sentina.

## Instalación del propulsor de popa. **Compartimento estanco**



A	Orificios de drenaje u otras aberturas desde áreas húmedas hacia el compartimento del propulsor. Deben estar sellados.
B	Mamparos originalmente no sellados.
C	Orificios de drenaje en refuerzos longitudinales desde los compartimentos laterales.
D	Tapa sobre sentina (a menudo se instalan el sistema de dirección y otras instalaciones técnicas).
E	Mamparos estancos a la sala de máquinas.
F	Propulsor.
G	Orificios de drenaje hacia la bomba de achique.
H	Bordes antigoteo en todas las superficies sobre el compartimento del propulsor para dirigir el agua hacia los orificios y sentina.

## Consideraciones adicionales para el posicionamiento del propulsor de popa

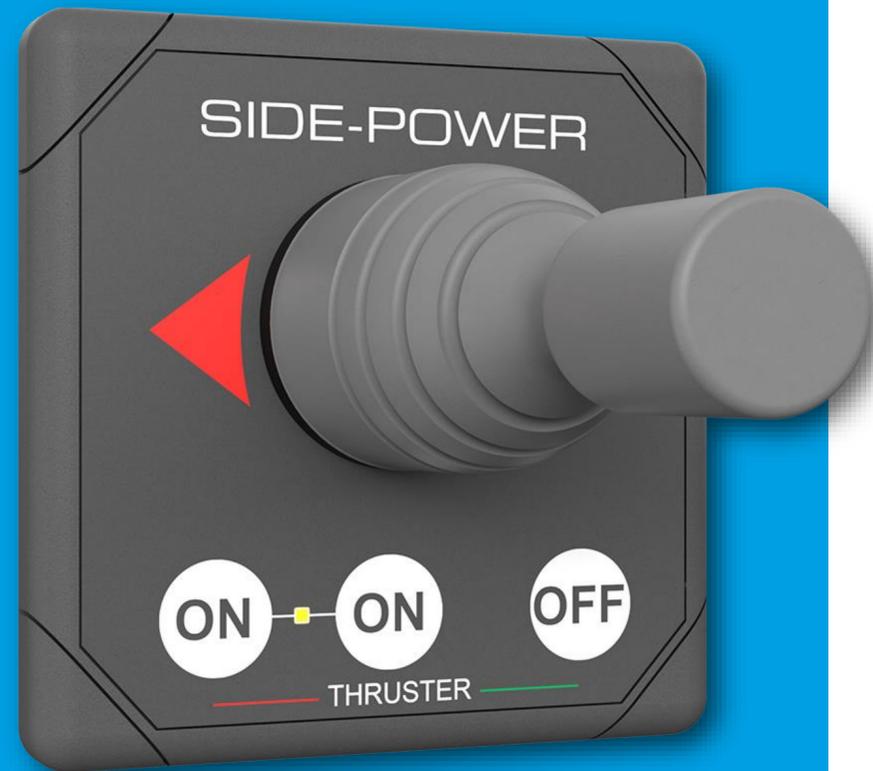
- 1 El túnel de popa no debe perturbar el flujo de agua debajo del casco.
- 2 Una vez instalado, el propulsor no debe ensuciar los equipos existentes dentro de la embarcación, como los enlaces de dirección, etc.
- 3 Apoyar en motor para que el peso total no recaiga solo en el túnel.
- 4 El flujo de agua del propulsor no debe interferir demasiado con los dentrofueraborda, flaps, etc, ya que se reduciría considerablemente el empuje.
- 5 Es posible montar el túnel fuera de la línea de crujía del barco si es necesario.
- 6 Si el grosor de la popa es demasiado para el propulsor en cuestión, es posible retirar fácilmente el material en la medida necesaria.





# Panel de mando simple para hélices de maniobra

El panel de mando de la hélice de maniobra permite controlar el sentido de giro de la hélice desde el puesto de gobierno (desplazamiento lateral de la embarcación hacia ambos lados).



## Instrucciones

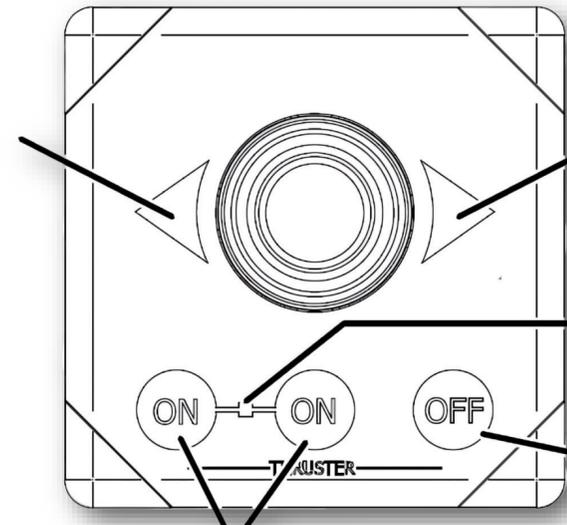
Empuje lateral de la proa o popa hacia babor

Empuje lateral de la proa o popa hacia estribor

LED

Botón 'APAGADO' para desactivar el panel de control

Botones dobles de 'ENCENDIDO' para activar el panel de control



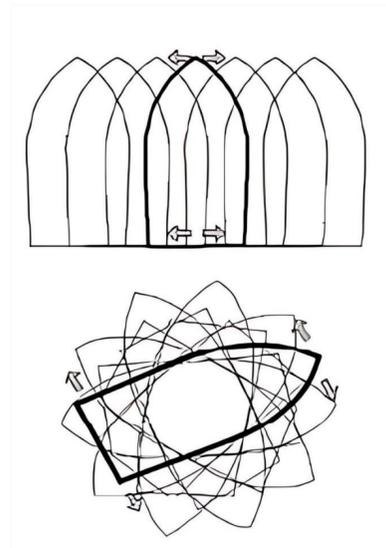
### Propulsor de proa

### Propulsor de popa





## Panel de mando doble para hélices de maniobra



Propulsores de proa y popa

Empuje lateral  
de la proa  
hacia babor

Empuje lateral  
de la proa  
hacia estribor

Empuje lateral  
de la popa  
hacia babor

Empuje lateral  
de la popa hacia  
estribor

Botones dobles  
de 'ENCENDIDO'  
para activar el  
panel de control

Botón 'APAGADO'  
para desactivar el  
panel de control.

Instrucciones de uso

## Instalación del panel de control

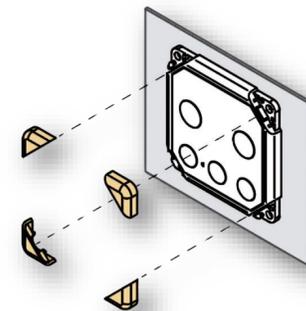
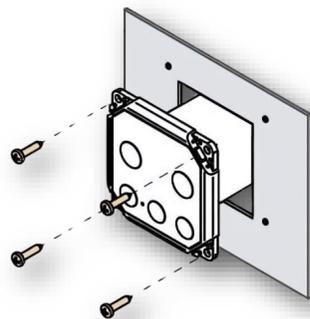
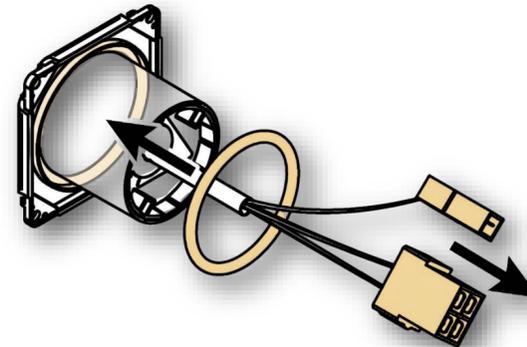
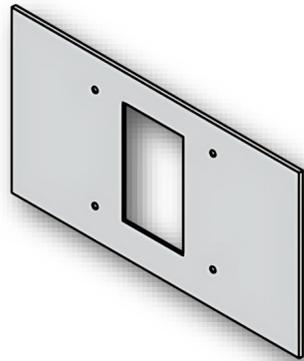
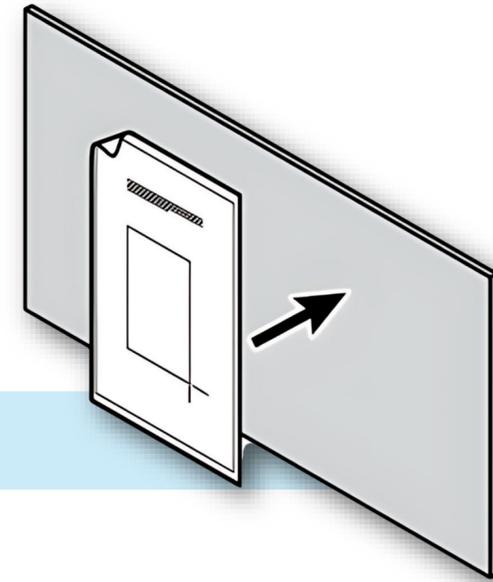
**1** Ubicar el panel de control donde no obstruya o sea obstruido por otros dispositivos, e instalarlo en una superficie plana donde sea fácil de usar. Marcar el área que desea eliminar en el panel de control (posible plantilla suministrada con el fabricante).

**2** Recortar el área para empotrar el panel de control. (Nota: si la superficie frontal alrededor del corte está dentado o astillado, usar un sellador para ayudar a la junta).

**3** Colocar la junta en la parte posterior del panel y enchufar los cables en los conectores en la parte posterior del panel.

**4** Insertar el panel de control en su lugar y apretar los tornillos.

**5** Insertar las tapas que cubren los paneles de control.



# Especificaciones de batería y longitudes de cable

## Cable Length Specifications MC\_0044

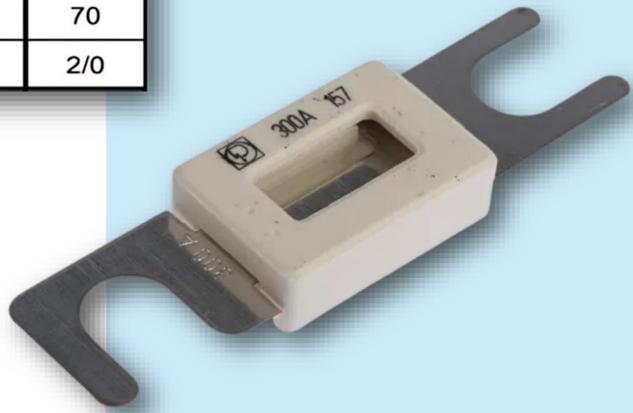
Model Size	System Voltage	Nominal current draw	Min. battery CCA	Rec. fuse		<7m total + & -		7-14m total + & -		15-21m total + & -		22-28m total + & -		28-35m total + & -		36-45m total + & -	
						Min.	Rec.	Min.	Rec.	Min.	Rec.	Min.	Rec.	Min.	Rec.	Min.	Rec.
20/110S	12 V	150 A	DIN: 200 SAE: 380 EN: 330	ANL 150	mm2	25	35	35	50	50	70	70	95	95	95	120	2 x 70
					AWG	3	2	2	1/0	1/0	2/0	2/0	3/0	3/0	3/0	2 x 4/0	2 x 2/0
25/110S	12 V	200 A	DIN: 200 SAE: 380 EN: 330	ANL 150	mm2	25	35	50	50	70	70	95	95	120	120	2 x 70	2 x 70
					AWG	3	2	1/0	1/0	2/0	2/0	3/0	3/0	4/0	4/0	2 x 2/0	2 x 2/0
30/125S 30/140	12 V	245 A	DIN: 200 SAE: 380 EN: 330	ANL 150	mm2	35	50	50	70	70	95	95	120	120	2 x 70	2 x 70	2 x 95
					AWG	2	1/0	1/0	2/0	2/0	3/0	3/0	4/0	4/0	2 x 2/0	2 x 2/0	2 x 3/0
40/125S 40/140	12 V	315 A	DIN: 300 SAE: 570 EN: 520	ANL 250	mm2	35	50	70	95	95	120	120	2 x 70	2 x 95	2 x 95	2 x 120	2x 120
					AWG	2	1/0	2/0	3/0	3/0	4/0	4/0	2 x 2/0	2 x 3/0	2 x 3/0	2 x 3/0	2 x 4/0
50/140S	12 V	370 A	DIN: 350 SAE: 665 EN: 600	ANL 325	mm2	50	50	70	95	120	2 x 70	2 x 70	2 x 95	2 x 95	2 x 120	2 x 120	2 x 120
					AWG	1/0	1/0	2/0	3/0	4/0	2 x 2/0	2 x 2/0	2 x 3/0	2 x 3/0	2 x 3/0	2 x 4/0	2 x 4/0
	24 V	170 A	DIN: 175 SAE :332 EN: 280	ANL 150	mm2	25	25	25	35	35	50	35	50	50	70	70	70
					AWG	3	3	3	2	2	1/0	2	1/0	1/0	2/0	2/0	2/0
60/185S 60/140	12 V	370 A	DIN: 350 SAE: 665 EN: 600	ANL 325	mm2	50	50	70	95	120	2 x 70	2 x 70	2 x 95	2 x 95	2 x 120	2 x 120	2 x 120
					AWG	1/0	1/0	2/0	3/0	4/0	2 x 2/0	2 x 2/0	2 x 3/0	2 x 3/0	2 x 3/0	2 x 4/0	2 x 4/0
	24 V	170 A	DIN: 175 SAE: 332 EN: 280	ANL 150	mm2	25	25	25	35	35	50	35	50	50	70	70	70
					AWG	3	3	3	2	2	1/0	2	1/0	1/0	2/0	2/0	2/0

Hélice de proa

Hélice de popa

**ANL**

Fusible limitador de baja tensión, sin retardo de tiempo, para usar en fallas de aislamiento en sistemas operados por baterías.

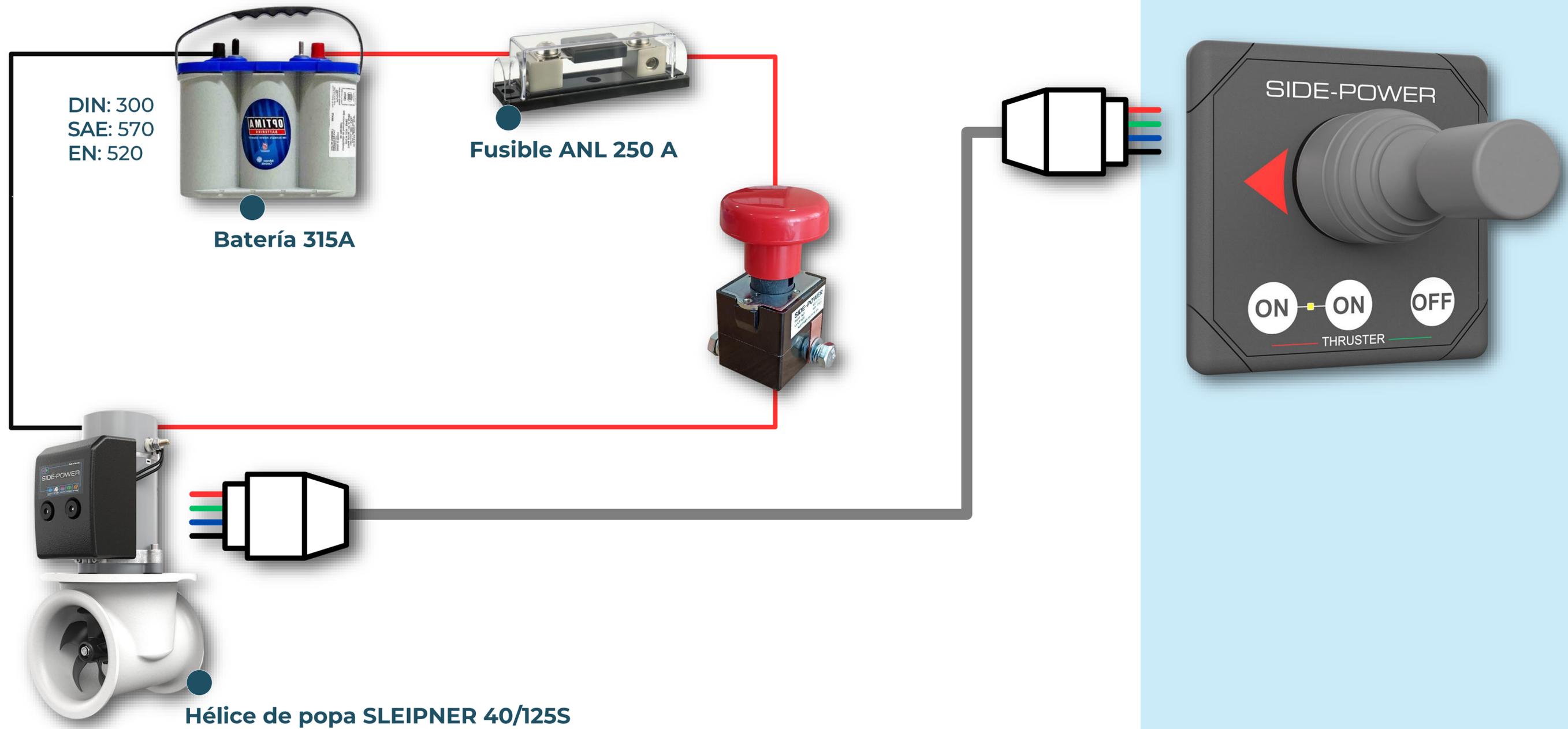




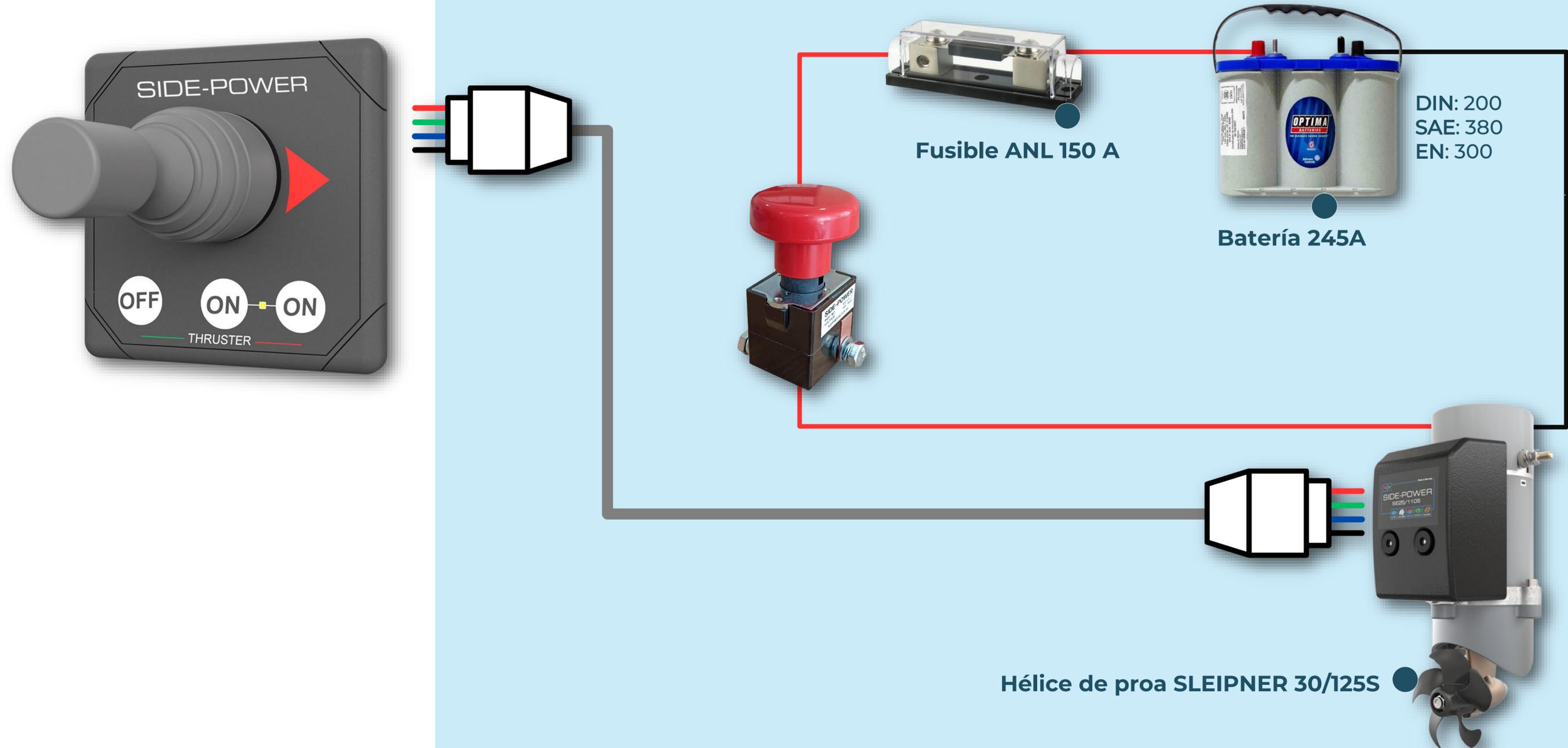
## Tabla de equivalencias (unidades de medida internacionales)

AWG	Diámetro (mm)	Sección (mm <sup>2</sup> )	AWG	Diámetro (mm)	Sección (mm <sup>2</sup> )	AWG	Diámetro (mm)	Sección (mm <sup>2</sup> )
0000	11,7	107,5134	12	2,05	3,3006	27	0,36	0,1018
000	10,4	84,9489	13	1,83	2,6302	28	0,32	0,0804
00	9,26	67,3462	14	1,63	2,0867	29	0,29	0,0661
0	8,25	53,4563	15	1,45	1,6513	30	0,25	0,0491
1	7,35	42,4293	16	1,29	1,307	31	0,23	0,0415
2	6,54	33,5928	17	1,15	1,0387	32	0,2	0,0314
3	5,83	26,6949	18	1,02	0,8171	33	0,18	0,0254
4	5,19	21,1556	19	0,91	0,6504	34	0,16	0,0201
5	4,62	16,7639	20	0,81	0,5153	35	0,14	0,0154
6	4,11	13,2671	21	0,72	0,4072	36	0,13	0,0133
7	3,67	10,5785	22	0,64	0,3217	37	0,11	0,0095
8	3,26	8,3469	23	0,57	0,2552	38	0,1	0,0079
9	2,91	6,6508	24	0,51	0,2043	39	0,09	0,0064
10	2,59	5,2685	25	0,45	0,159	40	0,08	0,005
11	2,3	4,1548	26	0,4	0,1257			

# Esquema de conexiones eléctricas – Hélice de popa



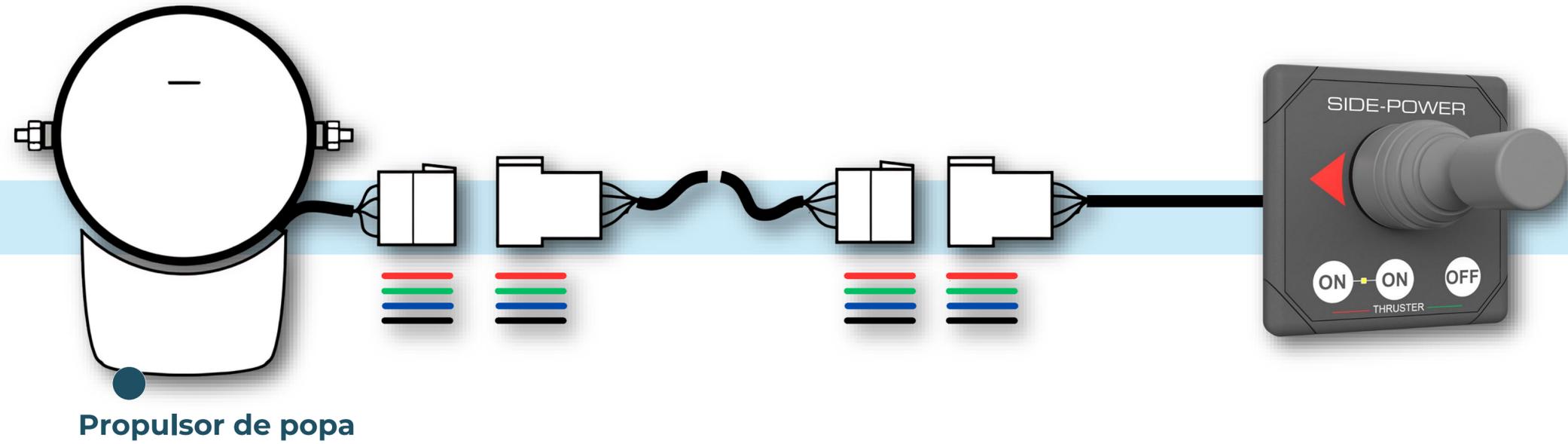
## Esquema de conexiones eléctricas – Hélice de proa



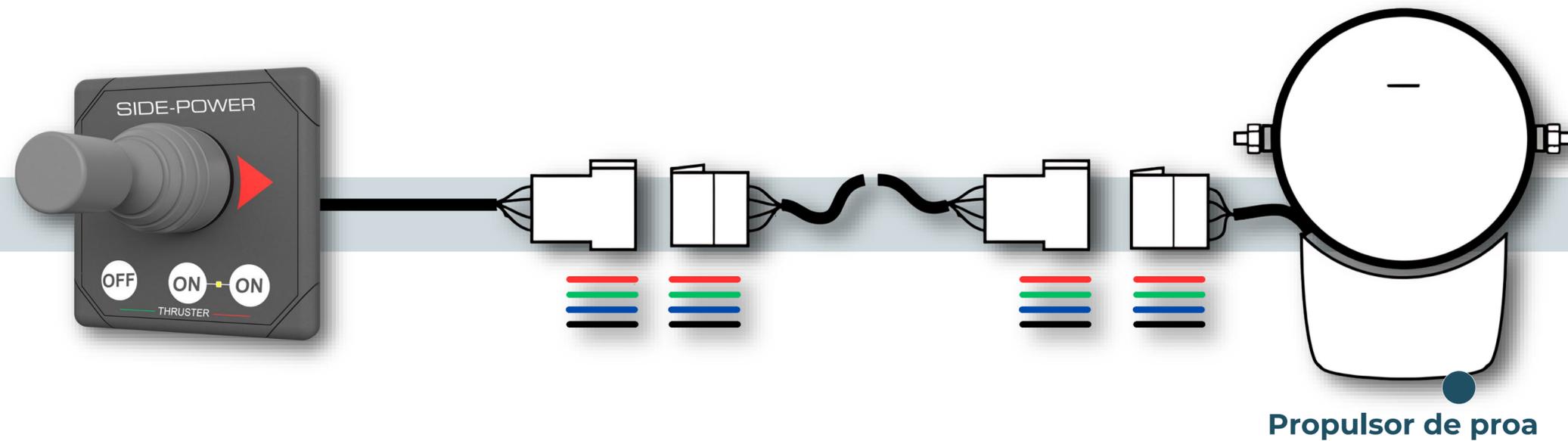


# Esquema de **conexiones motor** – Mando simple

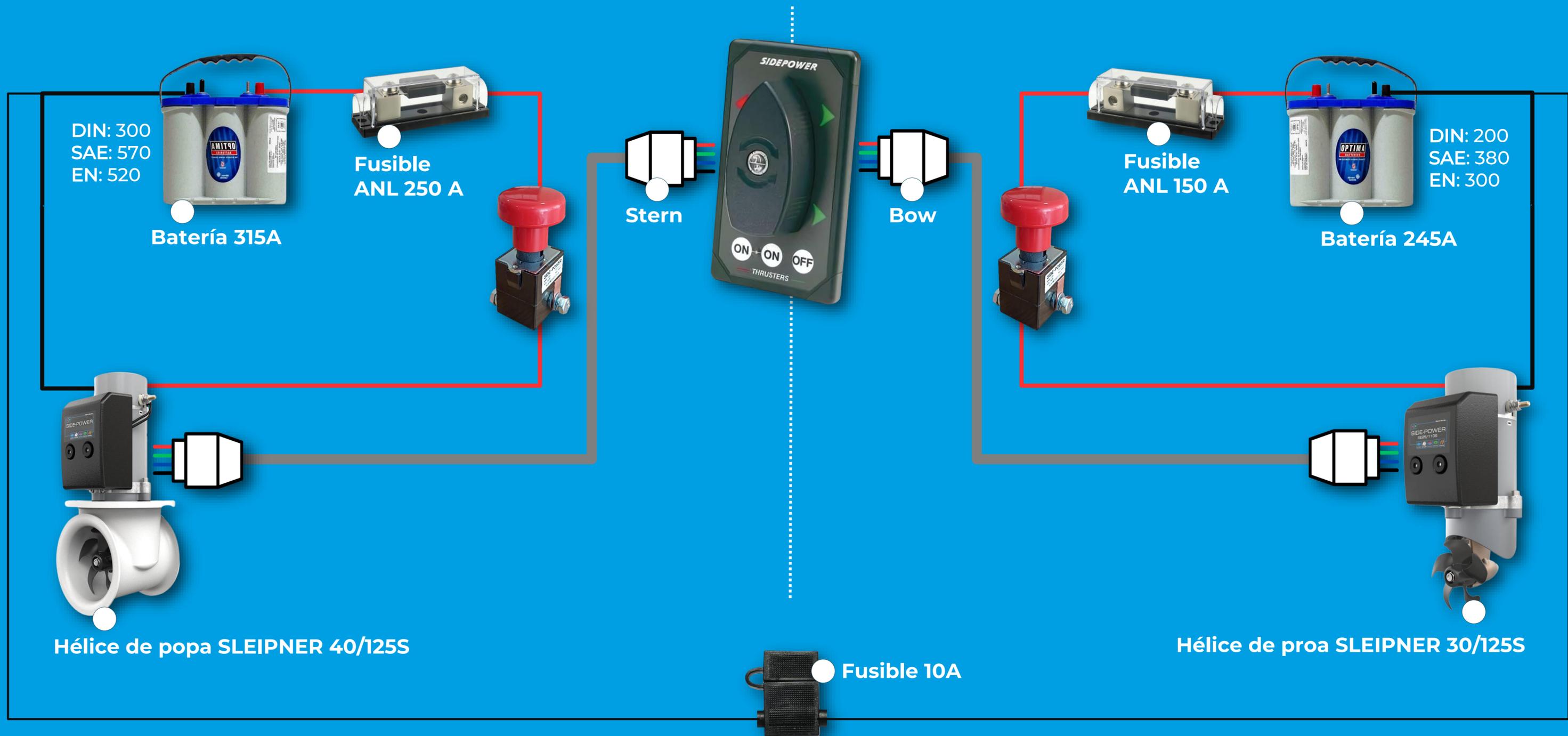
## Hélice de popa



## Hélice de proa

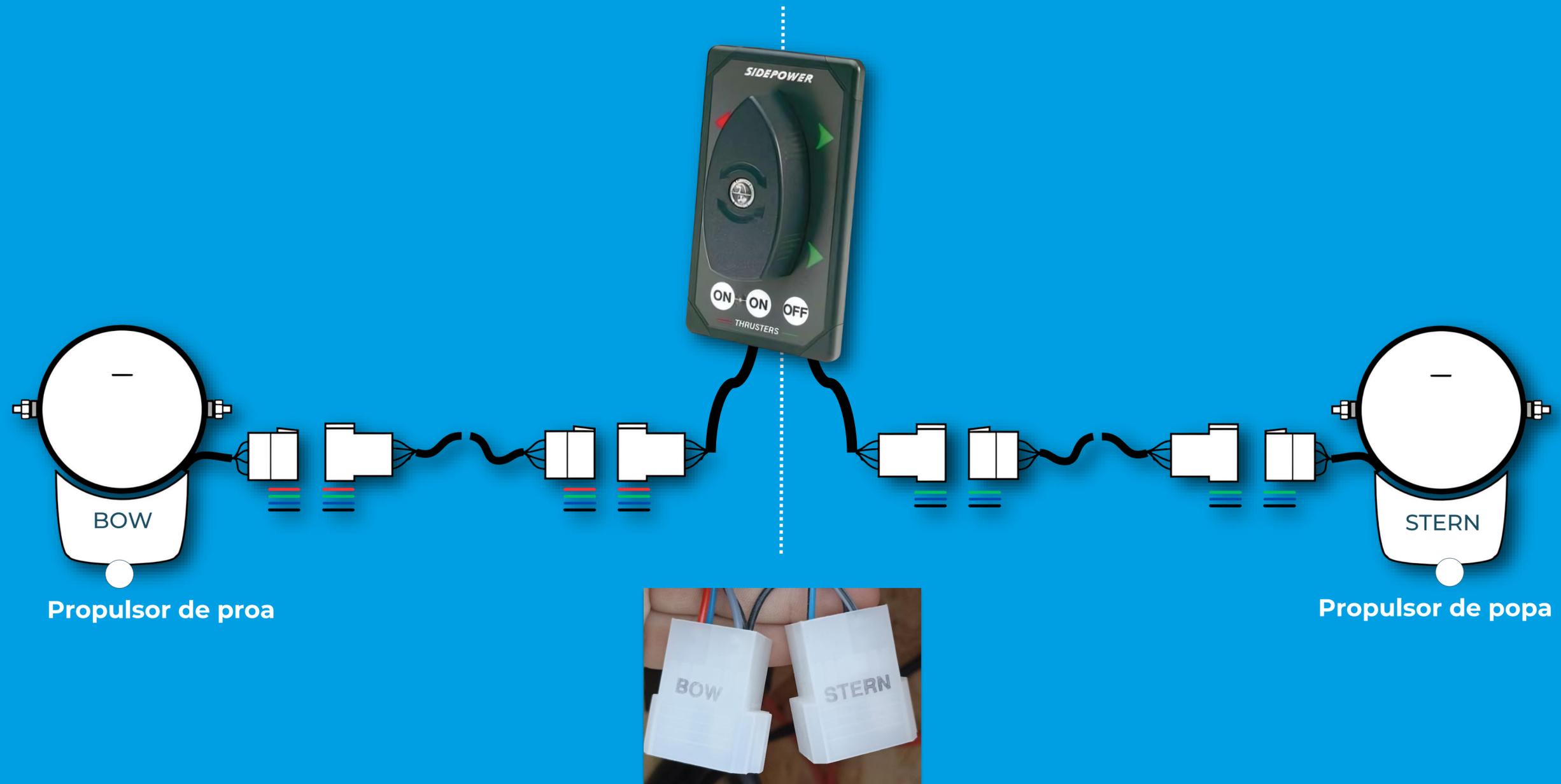


# Esquema de conexiones eléctricas para hélice de popa y proa – Mando doble



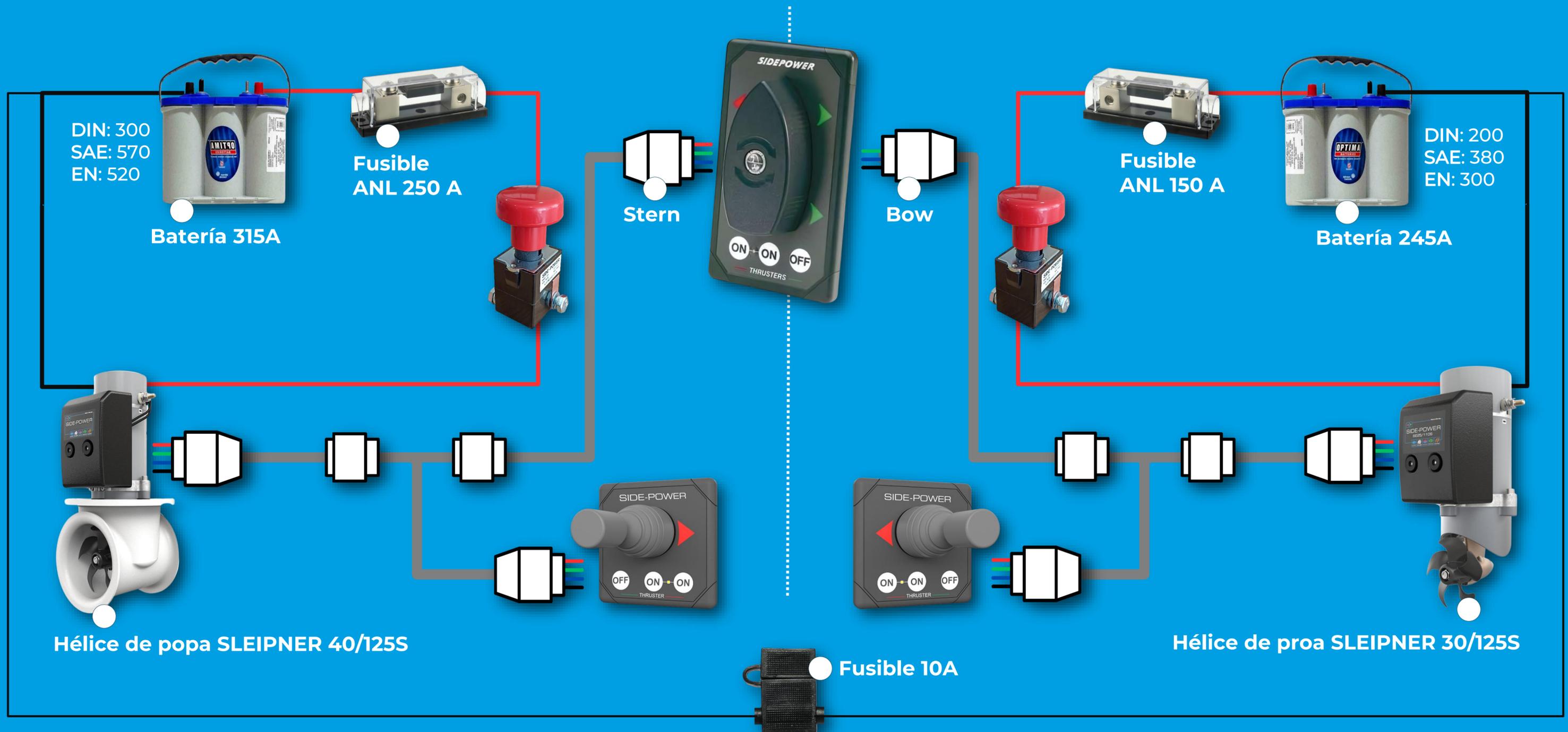


# Esquema de conexiones motor – Mando doble para hélices de proa y popa

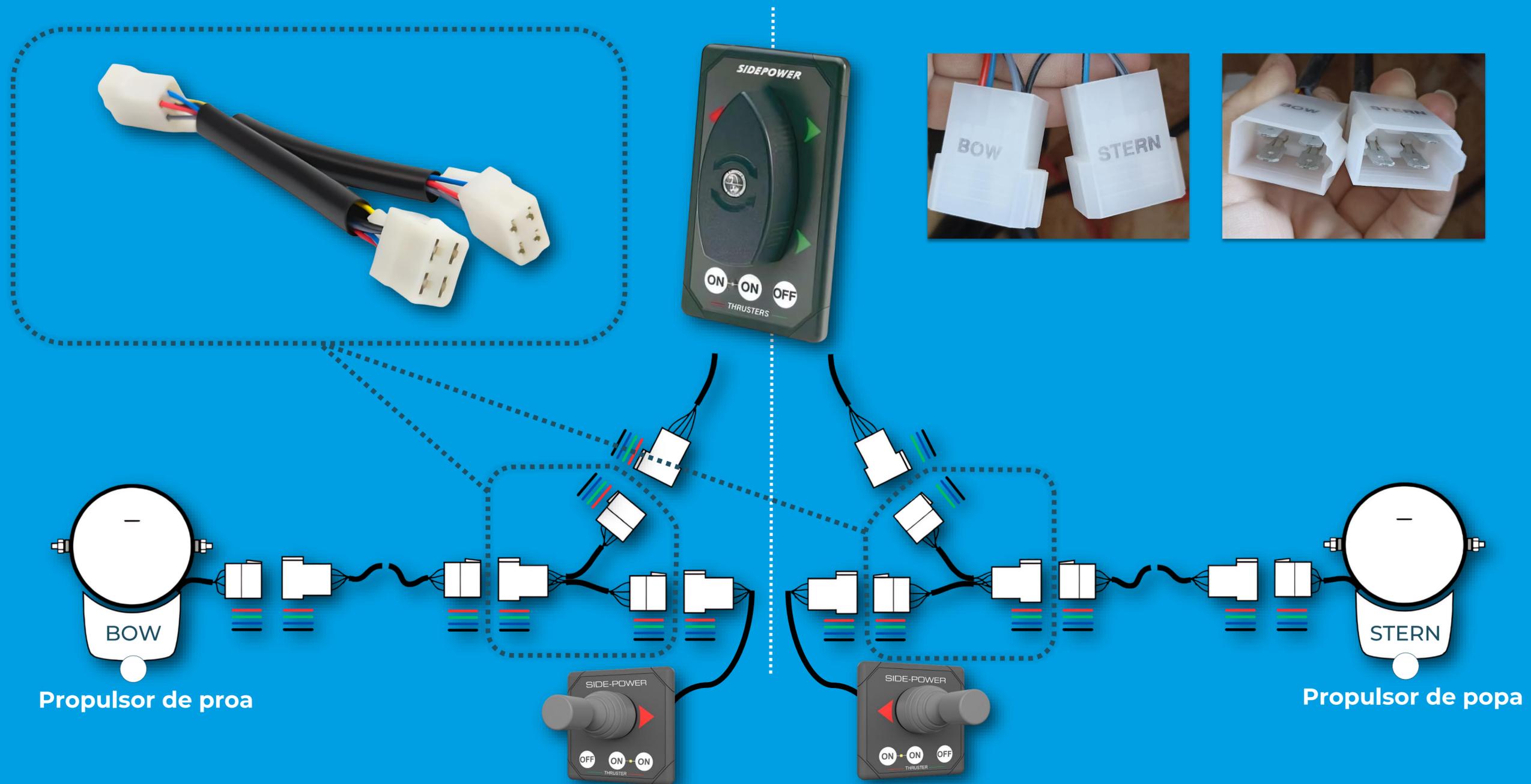




# Esquema de conexiones eléctricas – Mando doble + 2 mandos simples proa y popa



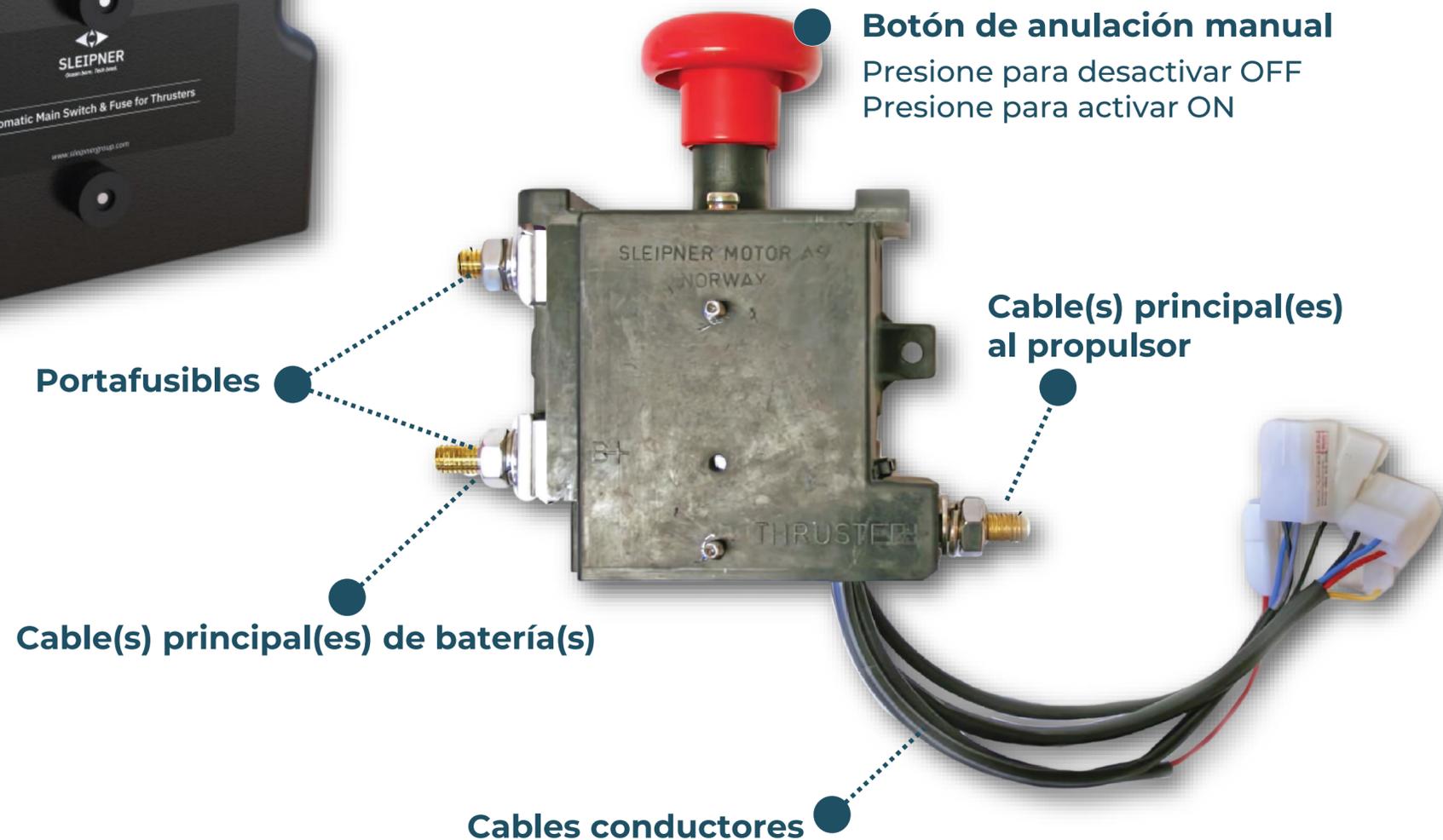
# Esquema de conexiones motor – Mando doble + 2 mandos simples proa y popa



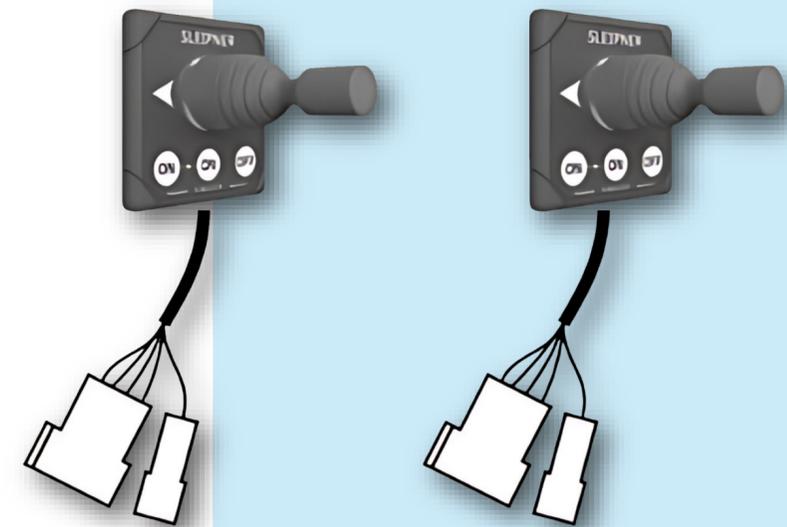
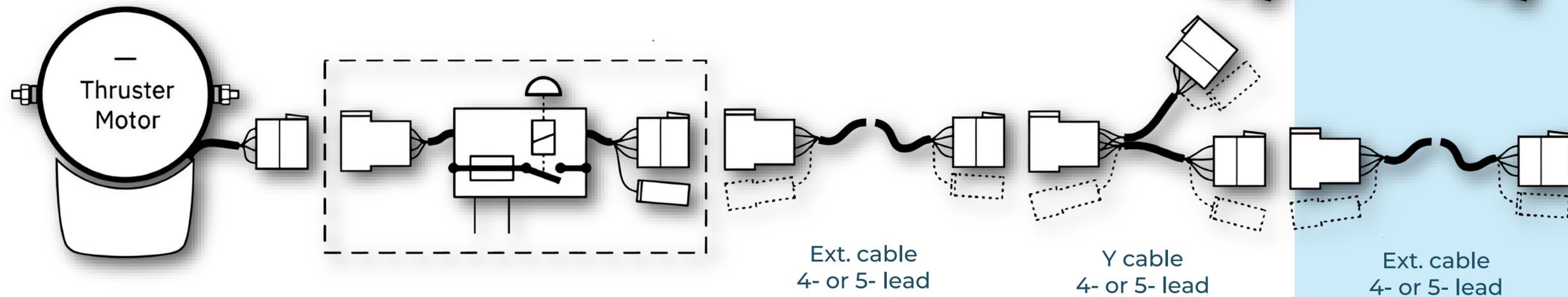
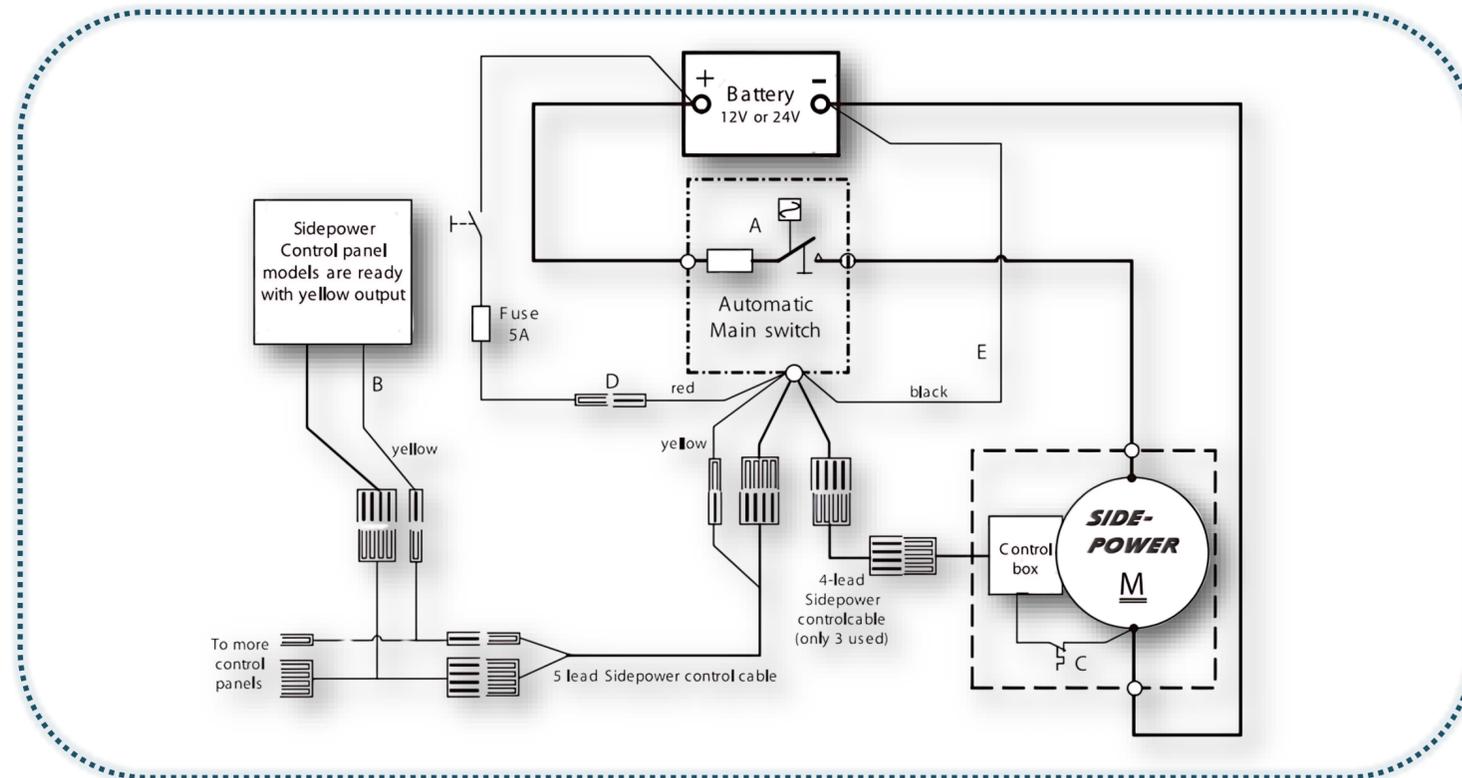
## Interruptor / fusible principal automático

Otro elemento instalable es un interruptor principal automático, que permite un apagado rápido y fácil sin abandonar la posición de mando, simplemente presionando el botón APAGADO en el panel de control, lo que debería ser lo lógico en una situación problemática.

Este integra la función de apagado automático, puesto que es muy común olvidarse de apagar los interruptores principales al abandonar el barco, y una función de apagado mecánico en el propio interruptor principal (el uso práctico no cambia, ya que deja la anulación “mecánica” en posición ON).

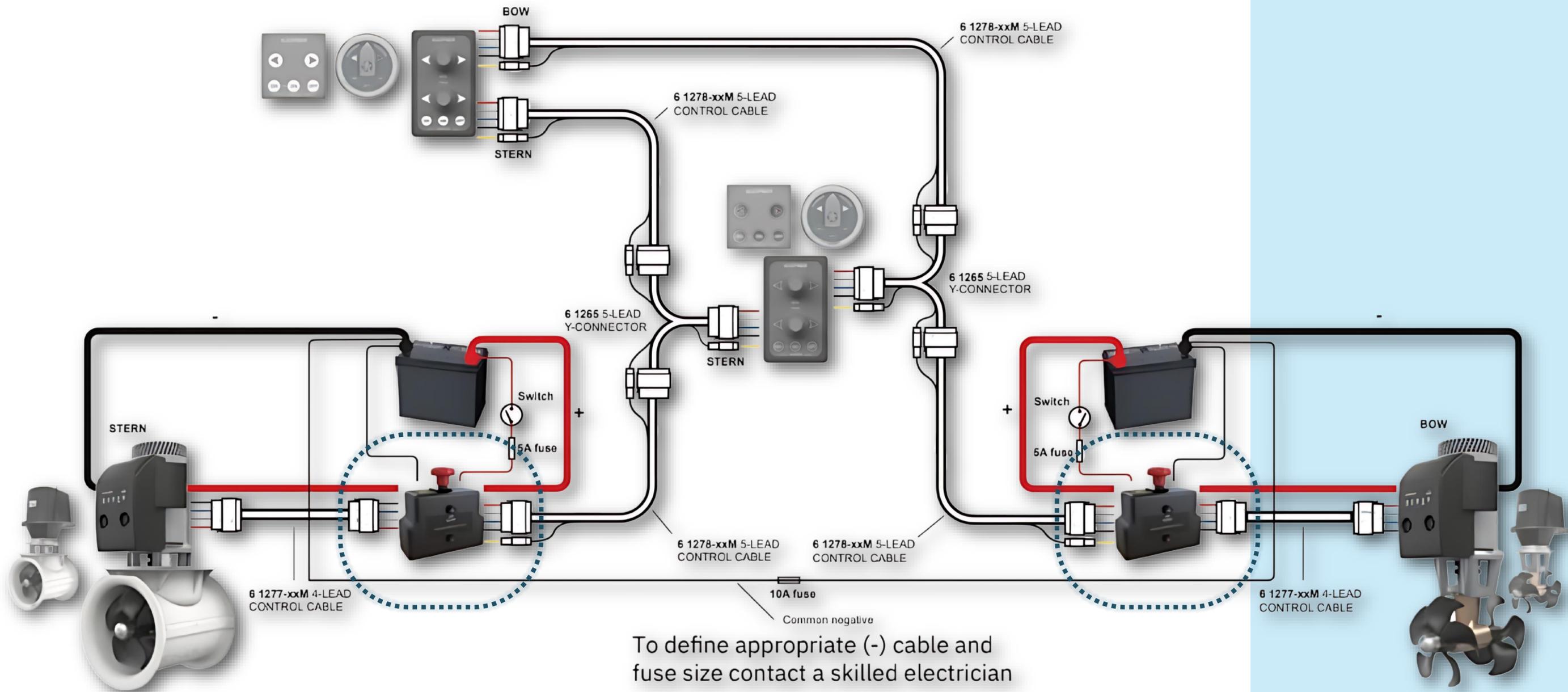


# Esquema de conexiones de interruptor / fusible principal automático





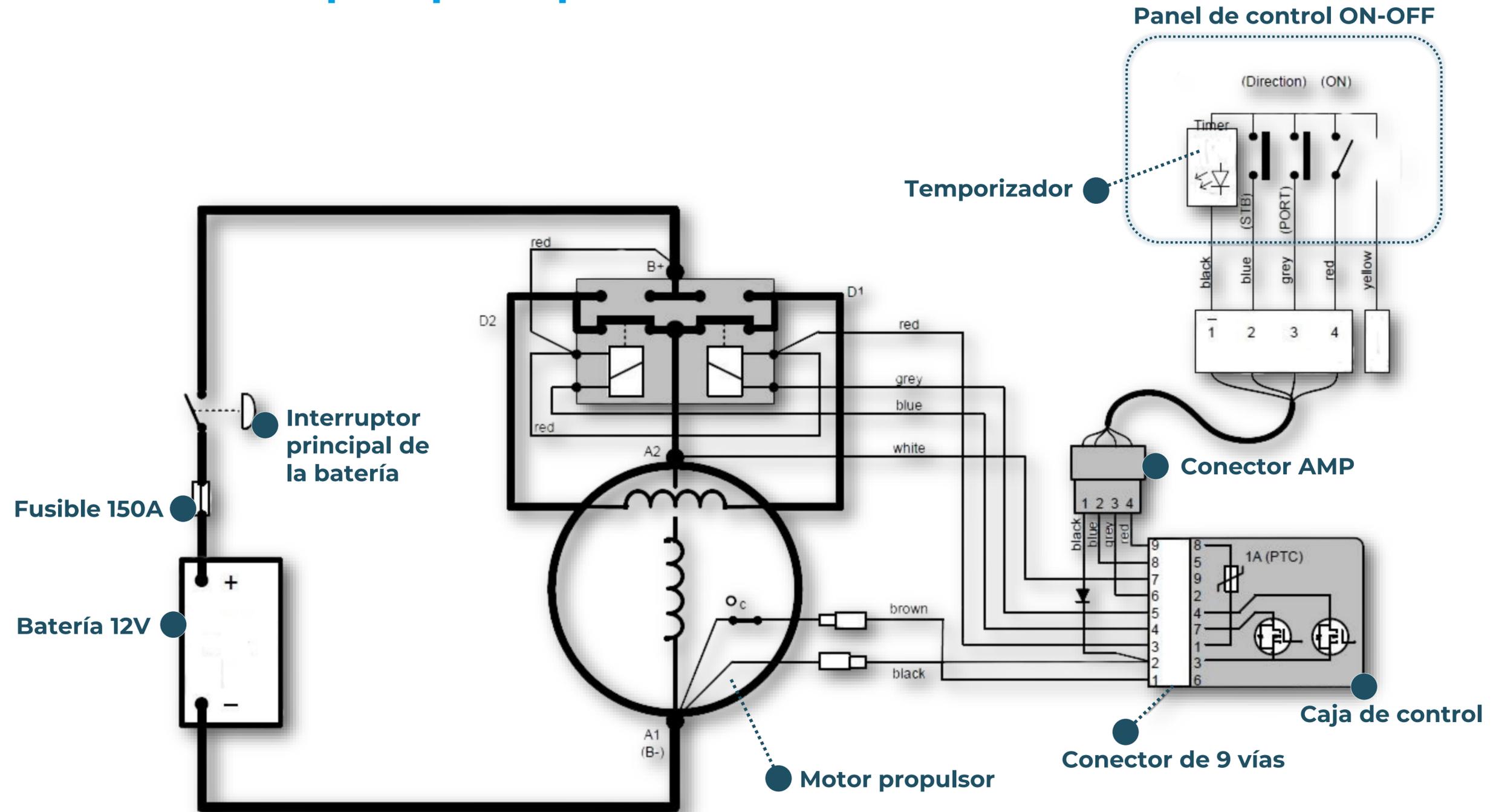
# Esquema con interruptor principal automático



To define appropriate (-) cable and fuse size contact a skilled electrician



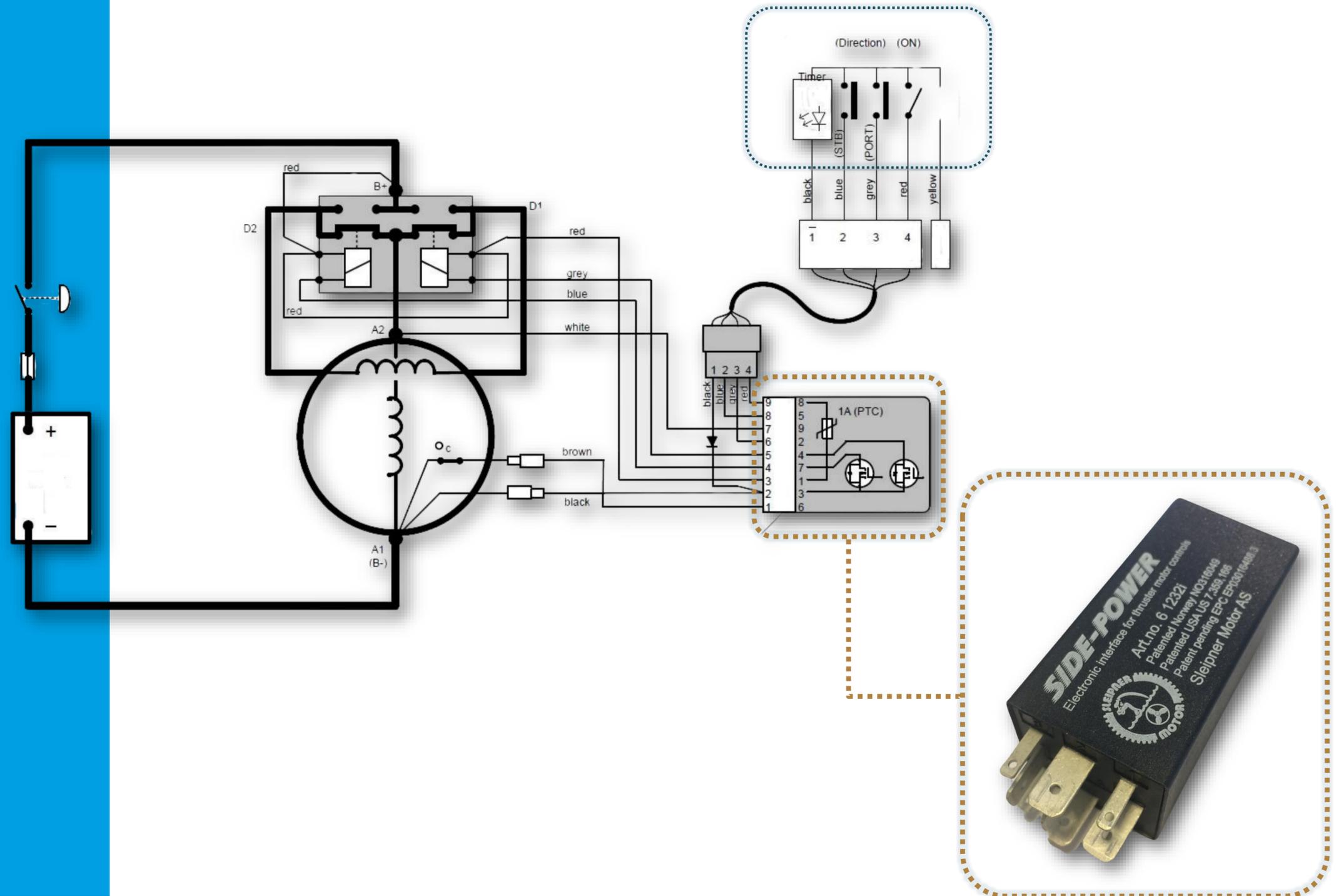
# Esquema con interruptor principal automático



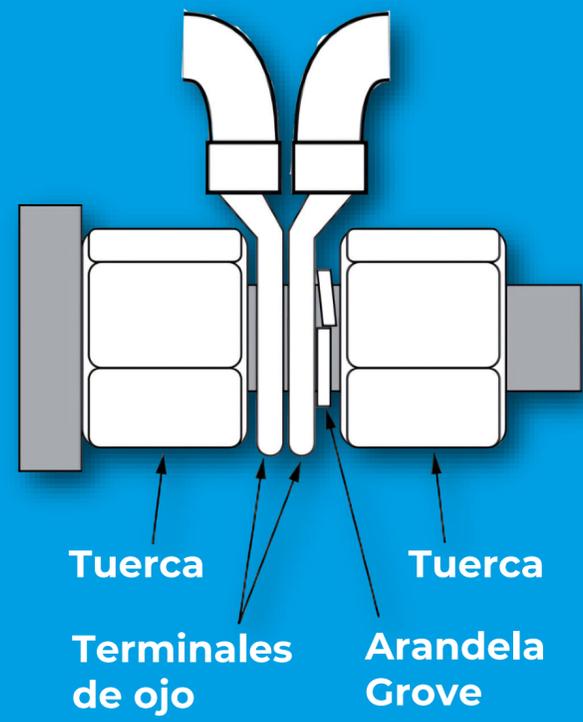
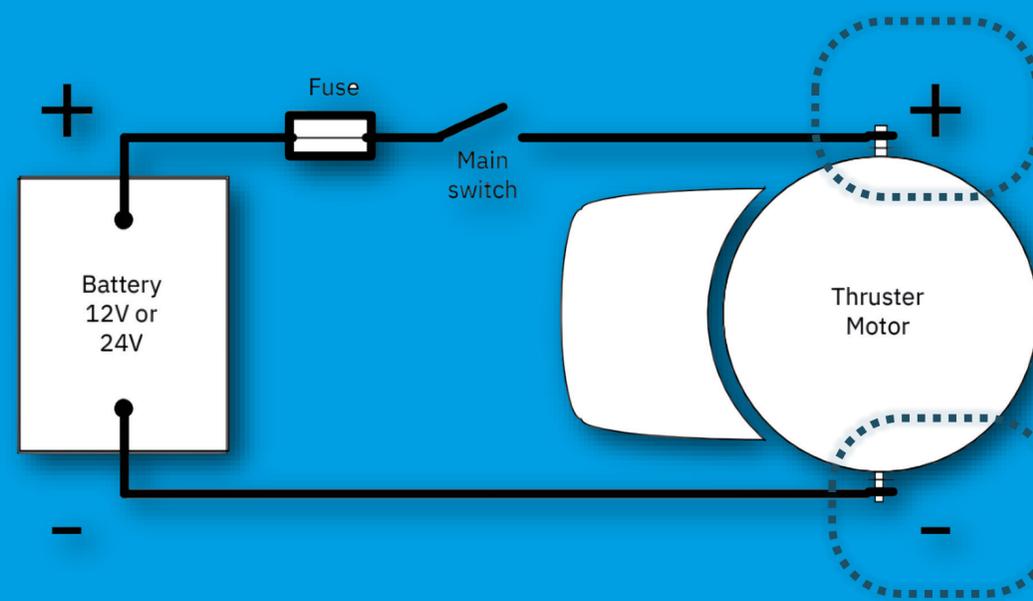


# Caja de control electrónica

La caja electrónica de control (control box), alojada en el interior del propulsor, es un elemento de protección que actúa si se accionan dos o más paneles de control al mismo tiempo en direcciones opuestas; en este caso, la caja de control detendrá el propulsor hasta que reciba una señal en una sola dirección de empuje.



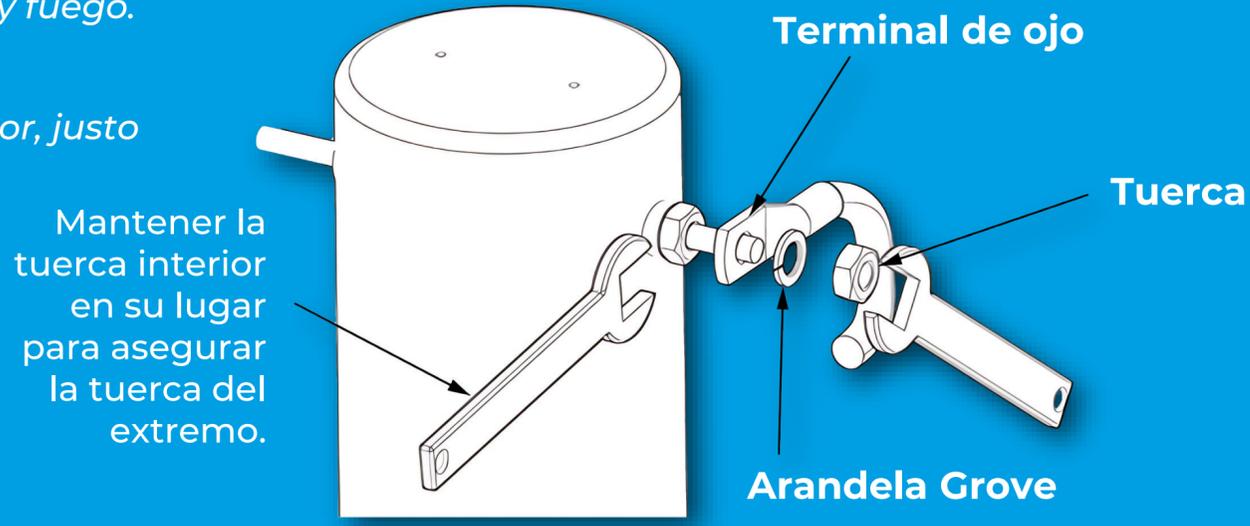
# Conexión eléctrica del motor propulsor



Las caras de los terminales de ojo deben estar espalda con espalda.

No se deben usar arandelas entre los terminales de ojo, ya que provoca sobrecalentamiento y fuego.

Las arandelas deben colocarse en el exterior, justo antes de la tuerca.



## ADVERTENCIA

Una vez realizadas todas las conexiones eléctricas y con el interruptor principal apagado, comprobar con un ohmímetro que no haya ninguna conexión eléctrica entre:

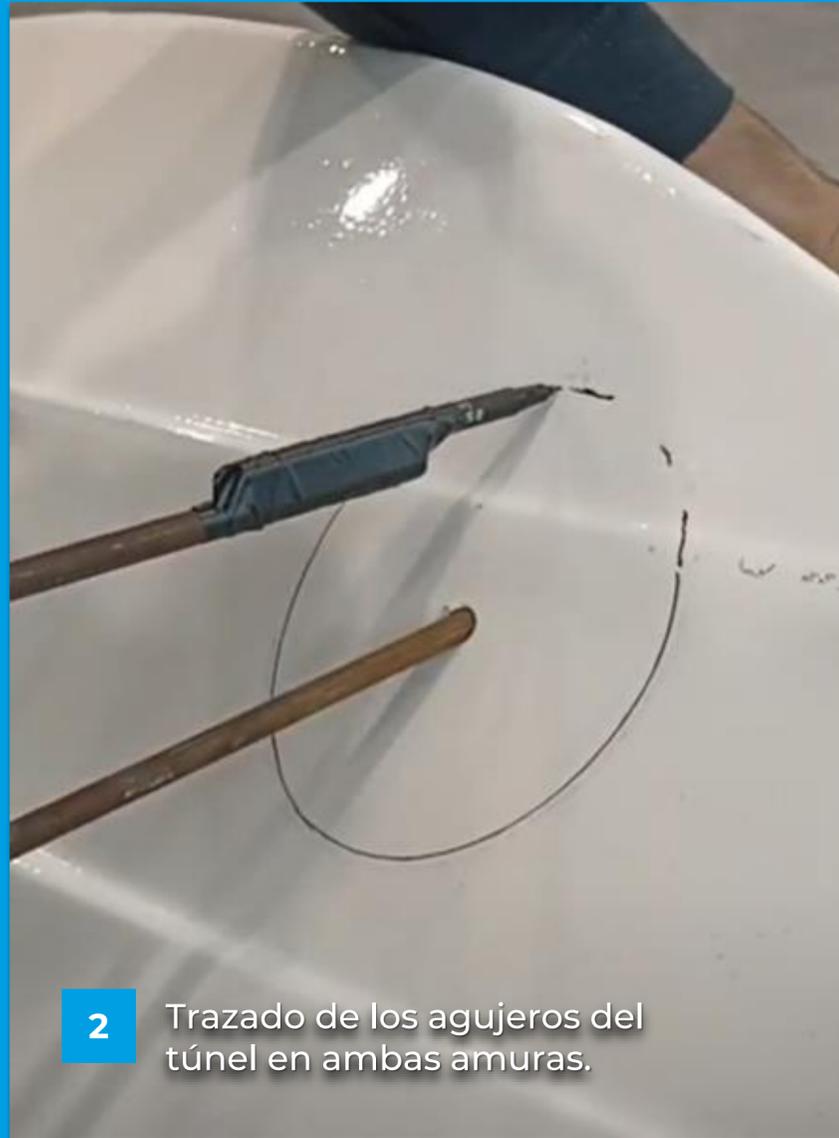
1. Brida del electromotor y terminal positivo del motor.
2. Brida del electromotor y terminal negativo de la batería en el motor.

# Reportaje fotográfico del **proceso de instalación** de los túneles y propulsores de proa y popa del panel didáctico

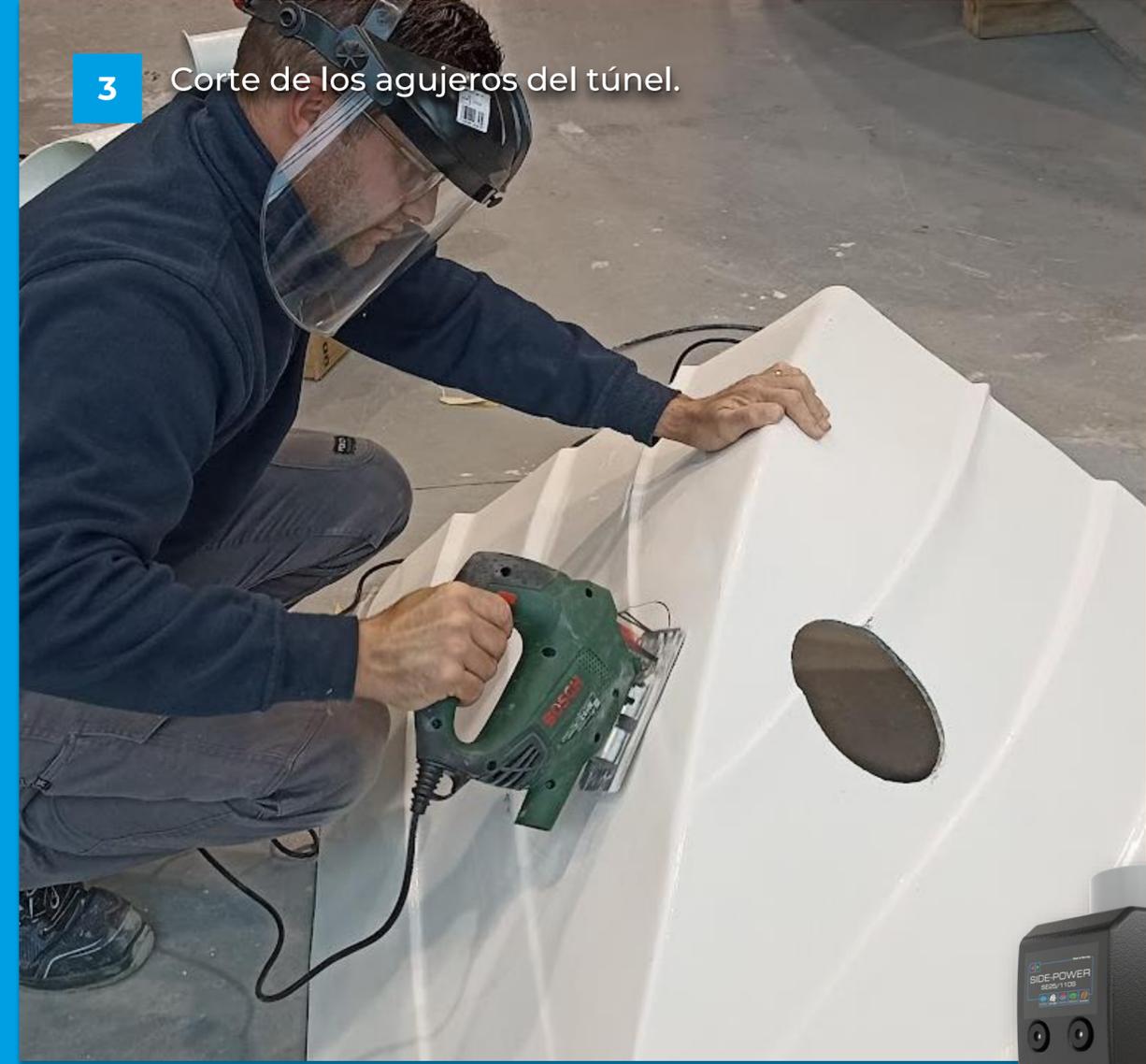
**1** Taladro guía en ambas amuras para la varilla guía de la herramienta de trazado.



**2** Trazado de los agujeros del túnel en ambas amuras.



**3** Corte de los agujeros del túnel.



**Proceso de instalación del túnel y propulsor de proa Side-Power**  
<https://www.youtube.com/watch?v=Zcncr5aCcNd4>

**Propulsor de proa**



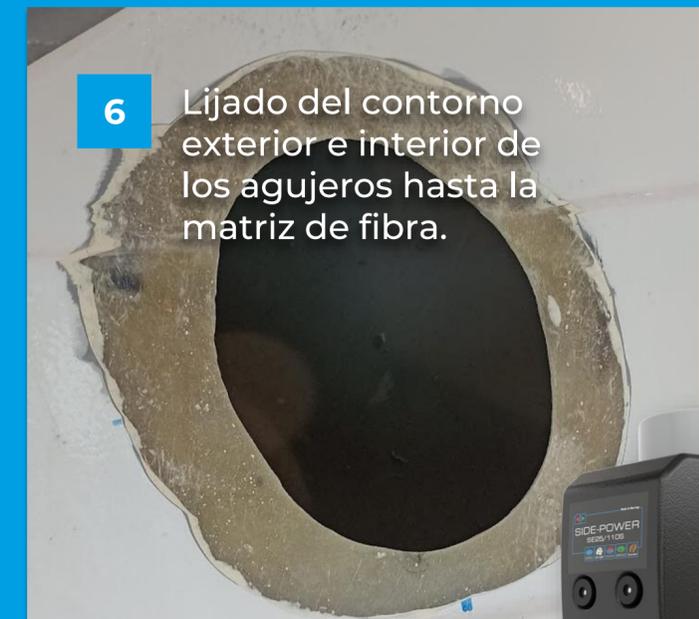
# Reportaje fotográfico del **proceso de instalación** de los túneles y propulsores de proa y popa del panel didáctico



**4** Introducción del túnel en los agujeros.



**5** Corte a medida del túnel con margen para el deflector.



**6** Lijado del contorno exterior e interior de los agujeros hasta la matriz de fibra.

Propulsor de proa



# Reportaje fotográfico del **proceso de instalación** de los túneles y propulsores de proa y popa del panel didáctico

**7** Fijación y relleno del deflector del túnel en amura de estribor mediante resina de poliéster espesada con cabosil.



**8** Refuerzo de la unión con laminado de fibra de resina y MAT.



Propulsor de proa

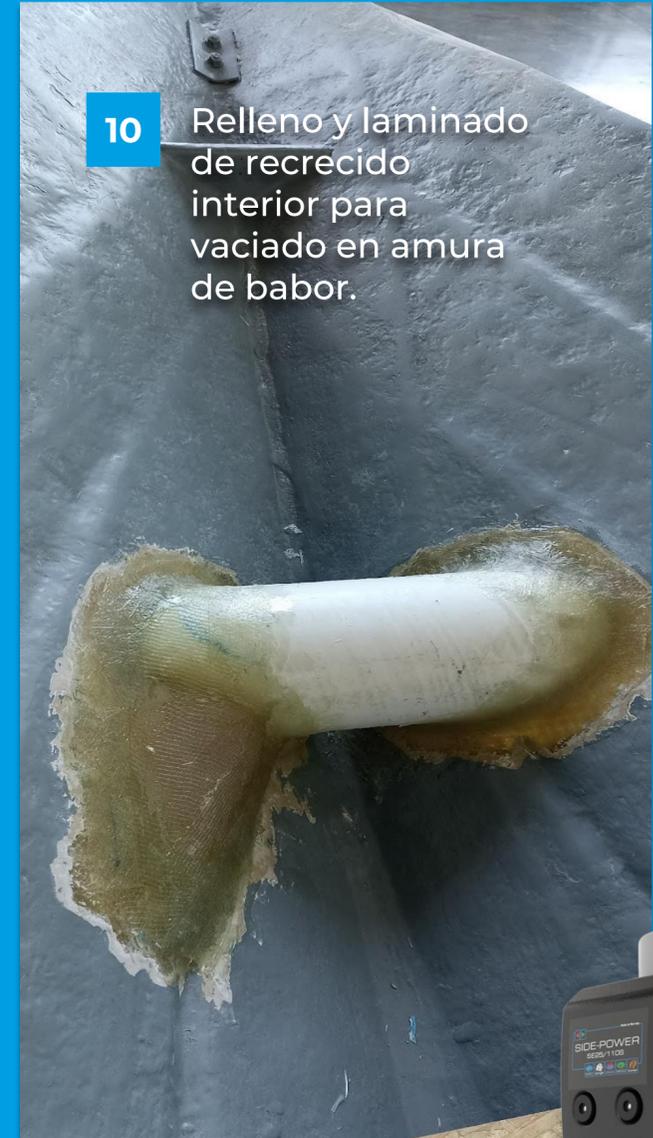


# Reportaje fotográfico del **proceso de instalación** de los túneles y propulsores de proa y popa del panel didáctico

**9** Relleno y afinado de juntas interiores casco - túnel mediante resina de poliéster espesada con cabosil.



**10** Relleno y laminado de recrecido interior para vaciado en amura de babor.



Propulsor de proa



# Reportaje fotográfico del **proceso de instalación** de los túneles y propulsores de proa y popa del panel didáctico

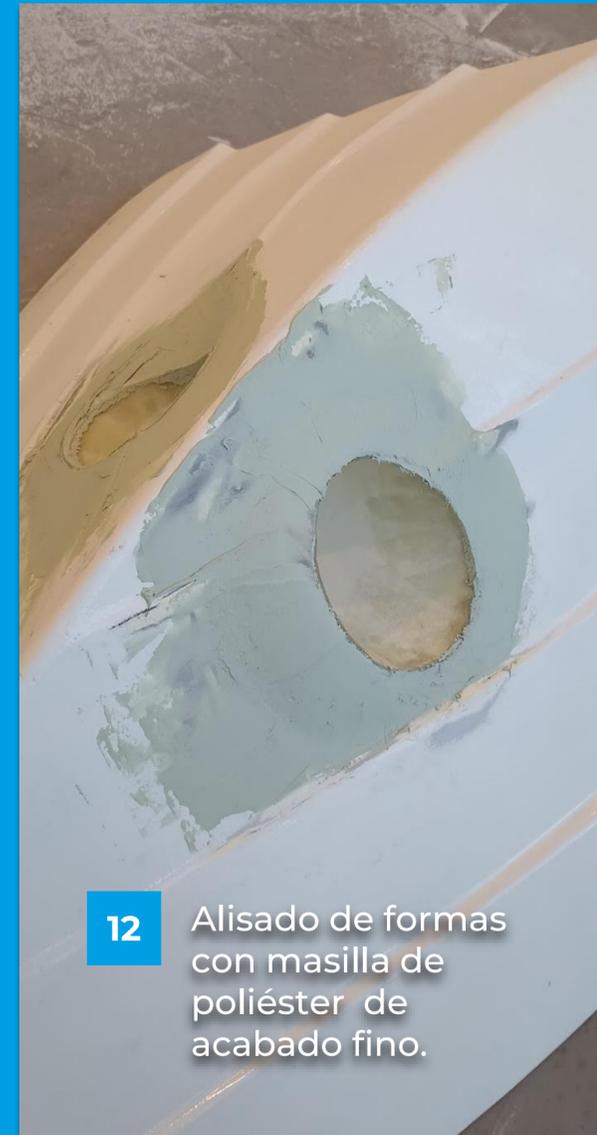
11

Vaciado de la parte posterior del agujero del túnel con disco de láminas y radial y nuevo laminado (amura de babor).



12

Alisado de formas con masilla de poliéster de acabado fino.

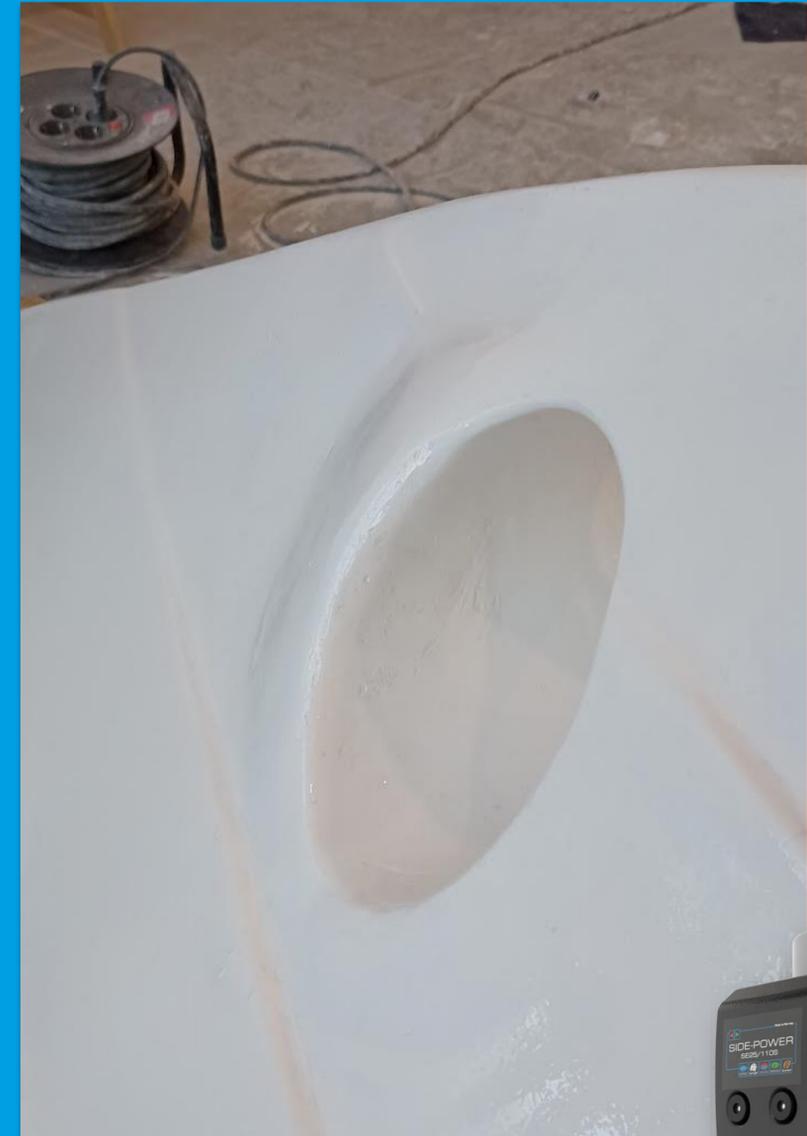
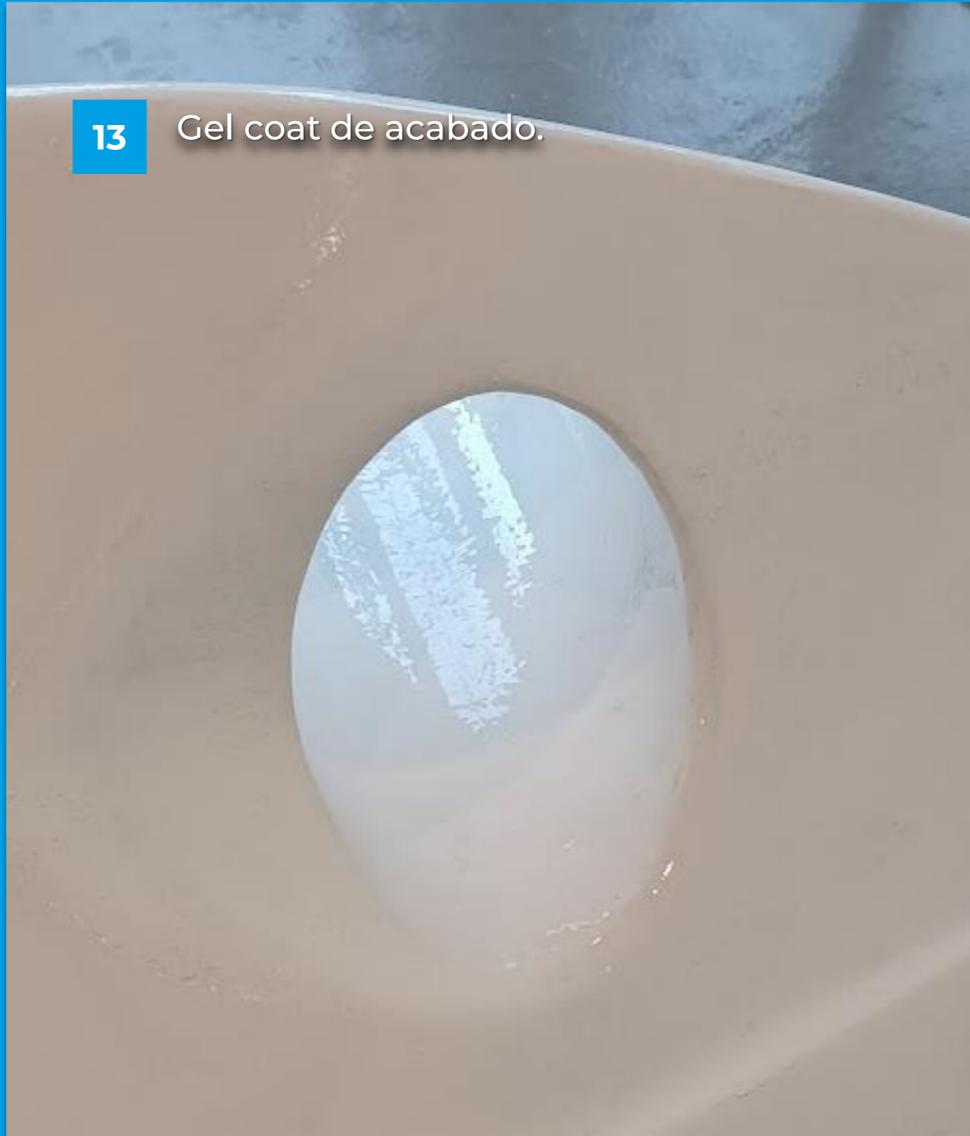


Propulsor de proa



# Reportaje fotográfico del **proceso de instalación** de los túneles y propulsores de proa y popa del panel didáctico

13 Gel coat de acabado.



Propulsor de proa



# Reportaje fotográfico del **proceso de instalación** de los túneles y propulsores de proa y popa del panel didáctico

14

Marcado y perforado del túnel para la pata de engranaje.



Propulsor de proa

# Reportaje fotográfico del **proceso de instalación** de los túneles y propulsores de proa y popa del panel didáctico

14 Instalación del motor y de la hélice.



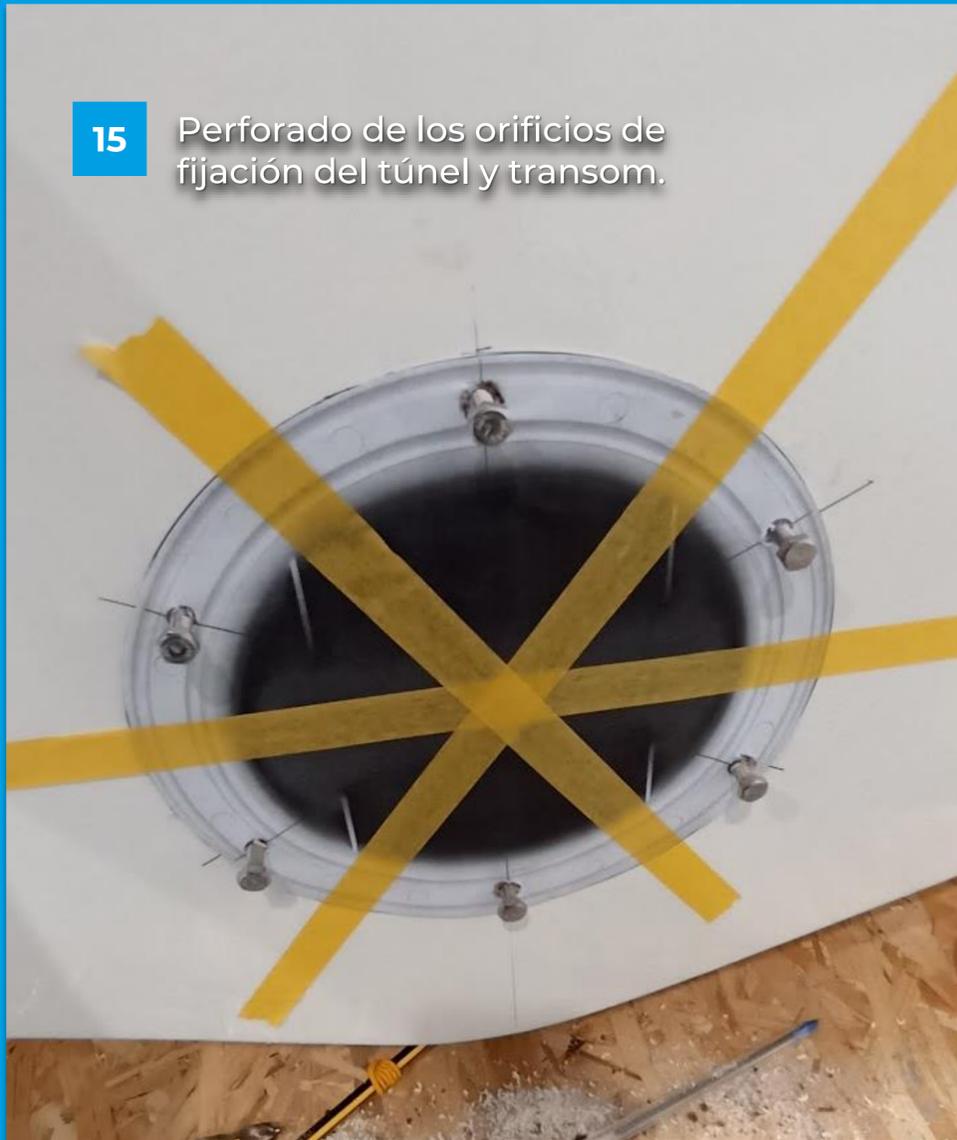
Propulsor de proa



# Reportaje fotográfico del **proceso de instalación** de los túneles y propulsores de proa y popa del panel didáctico

15

Perforado de los orificios de fijación del túnel y transom.



16

Fresado de hueco para el motor en el interior del espejo de popa.



Propulsor de popa



# Reportaje fotográfico del **proceso de instalación** de los túneles y propulsores de proa y popa del panel didáctico



Propulsor de popa



# Reportaje fotográfico del **proceso de instalación** de los túneles y propulsores de proa y popa del panel didáctico



19 Colocación del soporte y el motor.



20 Perforado y colocación de los joysticks.

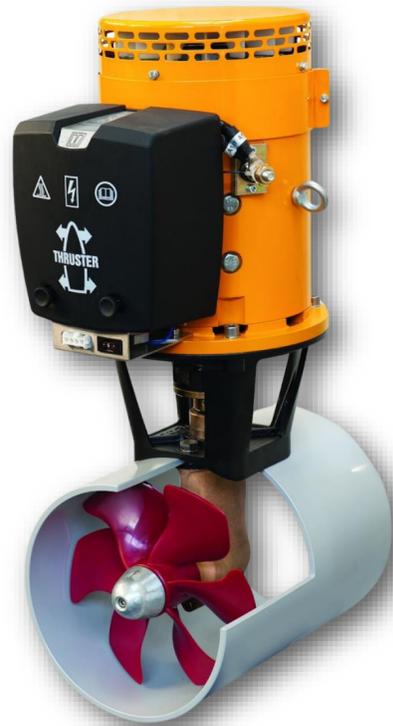


Propulsor de popa



## Otros tipos de hélices de maniobra

### Hélices de maniobra con ampliación de tiempo de funcionamiento



Las hélices de proa y popa con ampliación de tiempo de funcionamiento se pueden operar de forma continua al menos 8 minutos sin sobrecalentamiento.

### Hélices de maniobra protegidas contra la ignición

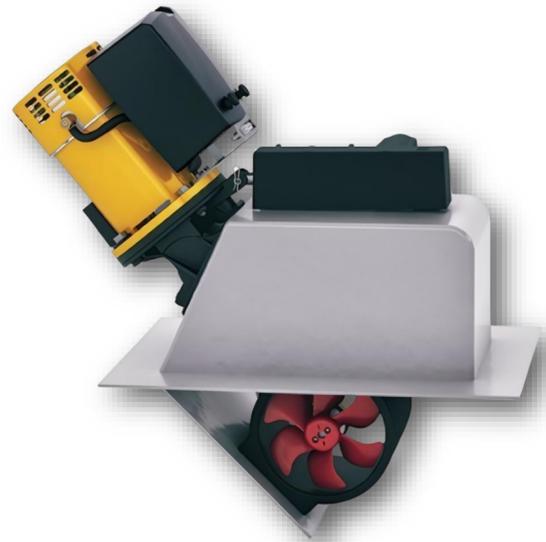


En los compartimentos con gasolina / motor de gasolina, tanque o línea de combustible, o almacenamiento de gas propano, una hélice de proa debe estar protegida contra ignición para evitar la posibilidad de que vapores o gas alcancen el mecanismo interno del propulsor y causen una explosión.

Para ello se dispone una carcasa estanca, con un fusible automático accionable externamente para restablecerse sin necesidad de abrir la carcasa que, además, protege de la corrosión.

## Otros tipos de hélices de maniobra

### Hélices de maniobra retráctiles

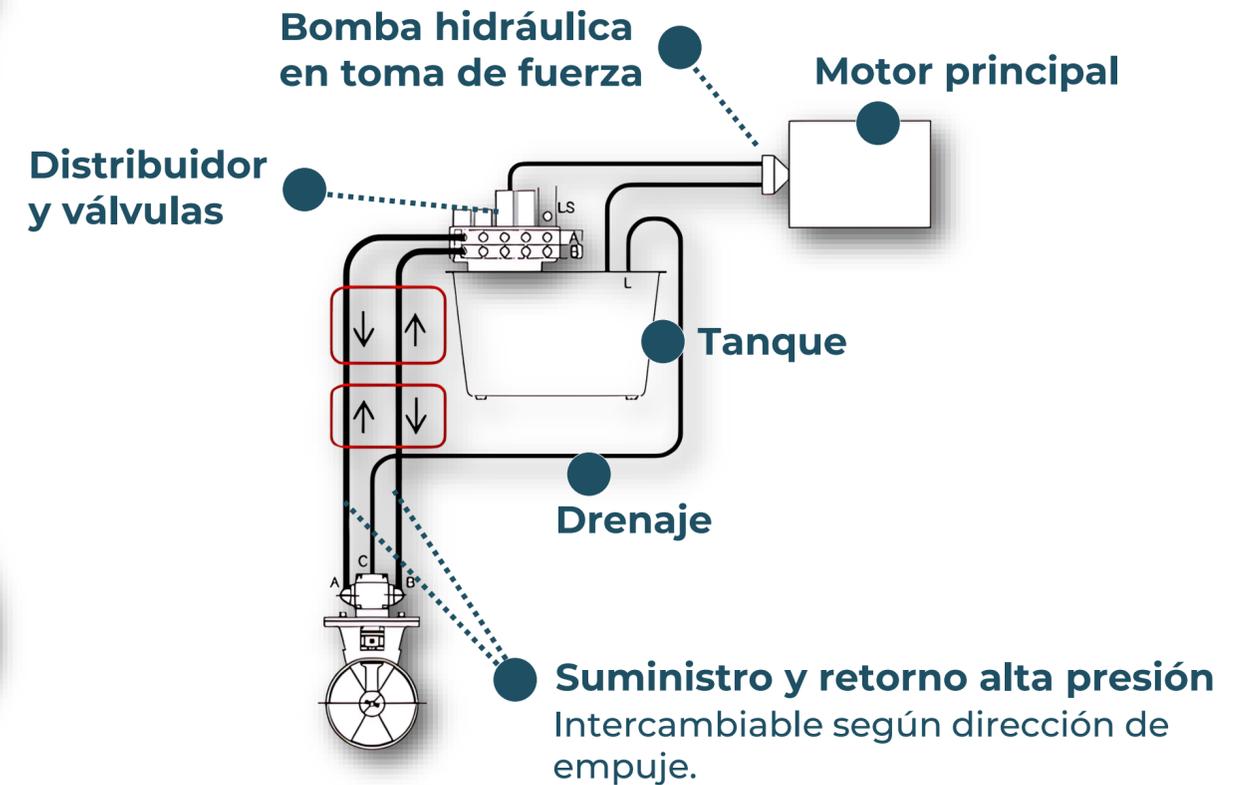
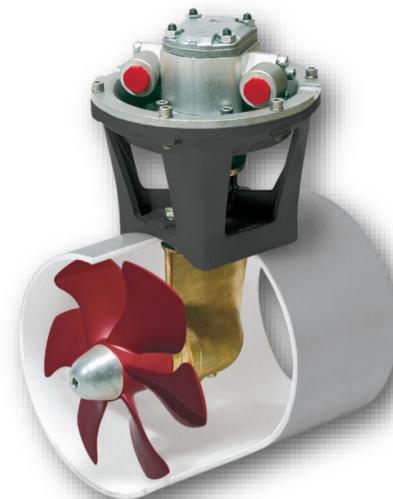


Las hélices retráctiles ofrecen una solución cuando las características técnicas de la embarcación no permiten un túnel lo suficientemente sumergido (casco demasiado superficial).

Se alojan completamente dentro del casco cuando no están en uso, y cuando se requiere su funcionamiento las mismas basculan en el agua. Al finalizar su uso se retraen de nuevo.

### Hélices de maniobra hidráulicas

Las hélices de maniobra hidráulicas ofrecen gran potencia y alta fiabilidad, sin conexiones eléctricas en la hélice o bomba(s), y necesitan poco mantenimiento rutinario. Pueden operar de forma continua.

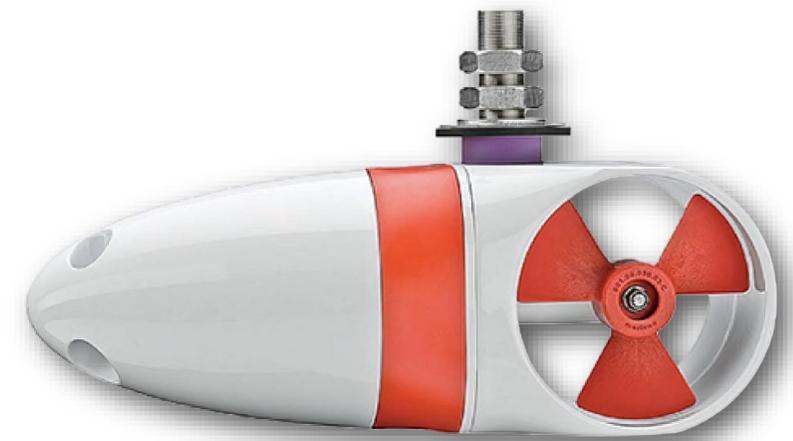


## Otros tipos de hélices de maniobra

### Hélices de maniobra externas

Las hélices de proa y popa de montaje externo son adecuadas para embarcaciones en las que no se puede instalar una hélice de proa de túnel. Son absolutamente independientes de la forma y material del casco, así como del sistema de propulsión.

Su instalación es muy sencilla, ya que se realiza mediante un único perno hueco de rosca al casco (por donde pasan los cables eléctricos).





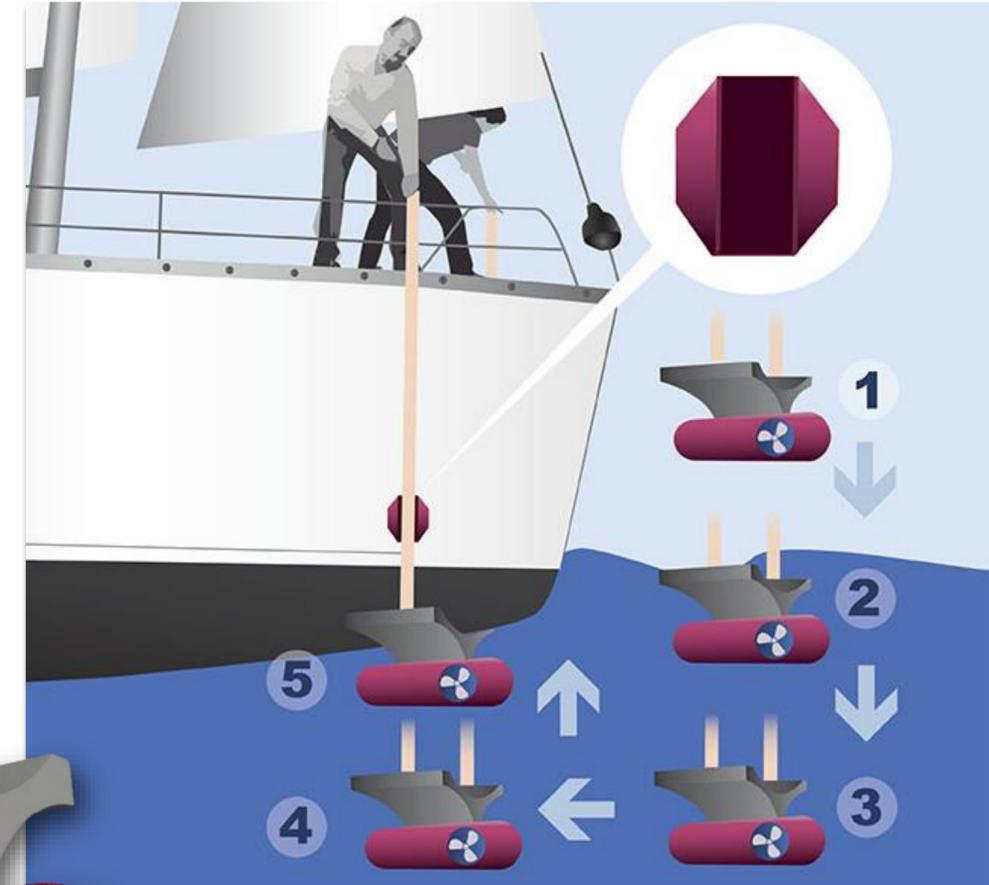
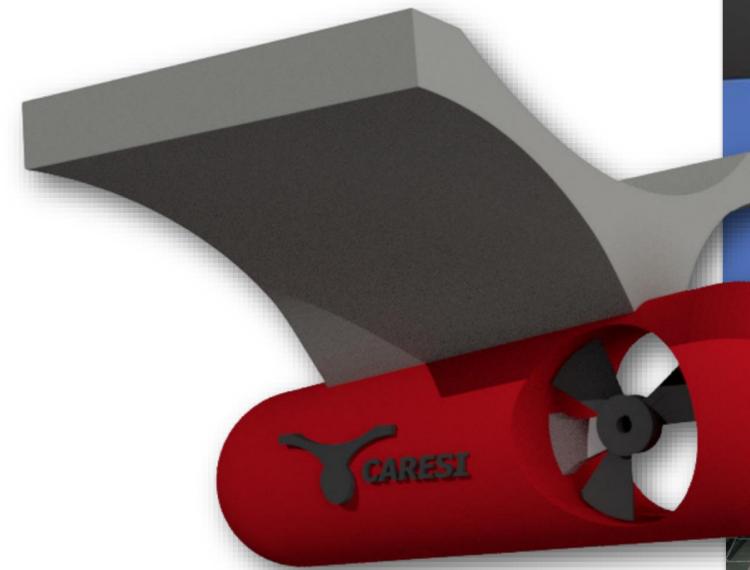
## Otros tipos de hélices de maniobra

### Hélices de proa portátiles

Se trata de una alternativa más económica en términos de mantenimiento y limpieza, y que además sirve de respeto para emergencias.

Las ventajas más destacables de este sistema son:

- no necesita varar la embarcación para la limpieza de incrustaciones
- no necesita inspecciones periódicas para detectar fisuras en el túnel de la hélice
- no necesita un espacio ventilado
- no necesita revisión de la instalación eléctrica
- fácil de montar y desmontar (una sola persona, máx. 3 minutos).

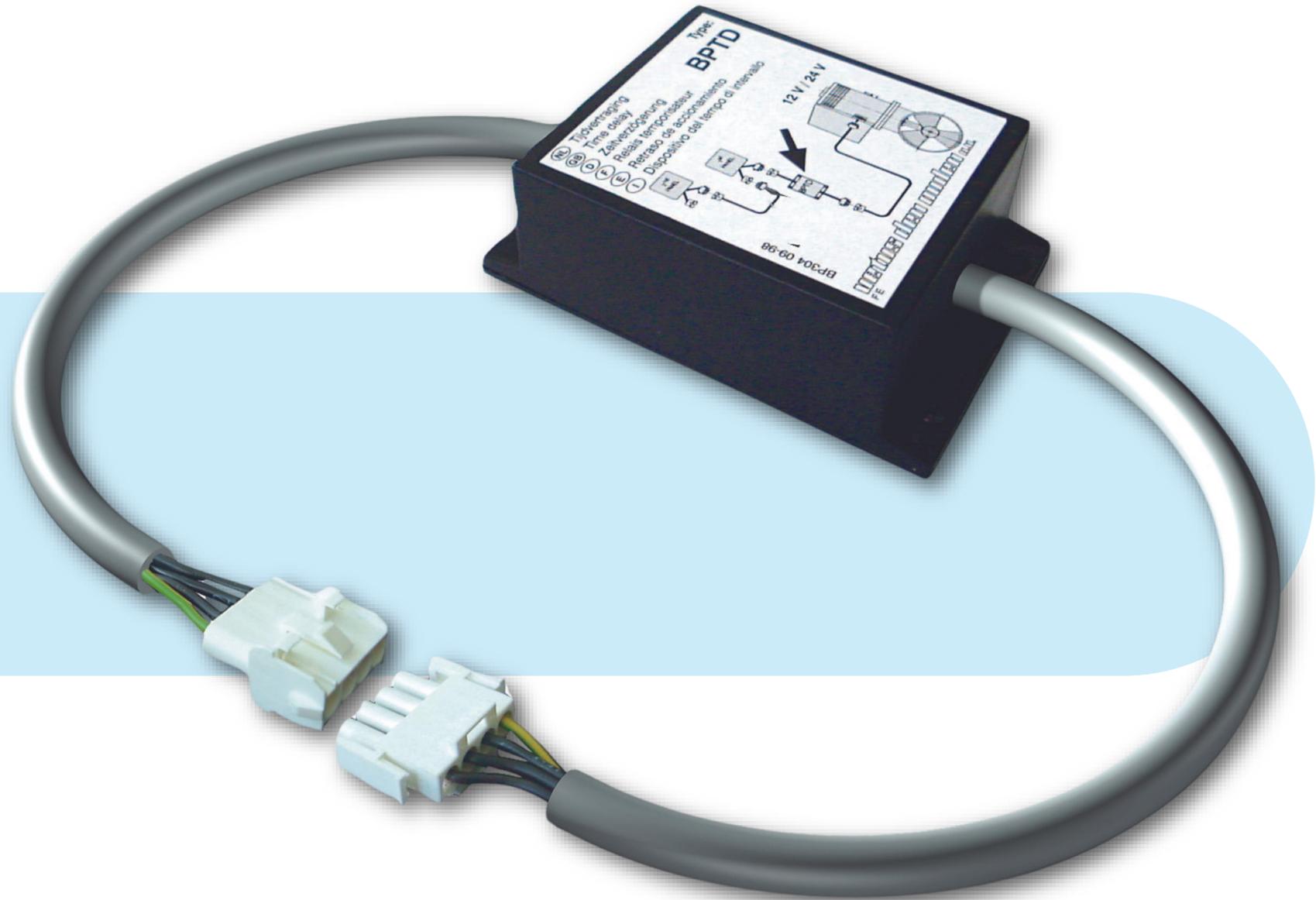




## Accesorios

### Dispositivo de retraso de funcionamiento

Elimina el riesgo de un cambio de sentido demasiado rápido de la hélice de proa, muy recomendable para prevenir daños al motor.



# Accesorios

## Control remoto

Permite un cierto movimiento / desplazamiento respecto a su punto de conexión (longitud del cable).



## Mando a distancia inalámbrico

Algunos dispositivos permiten el control de la hélice de maniobra y del molinete del ancla desde el mismo mando a distancia.



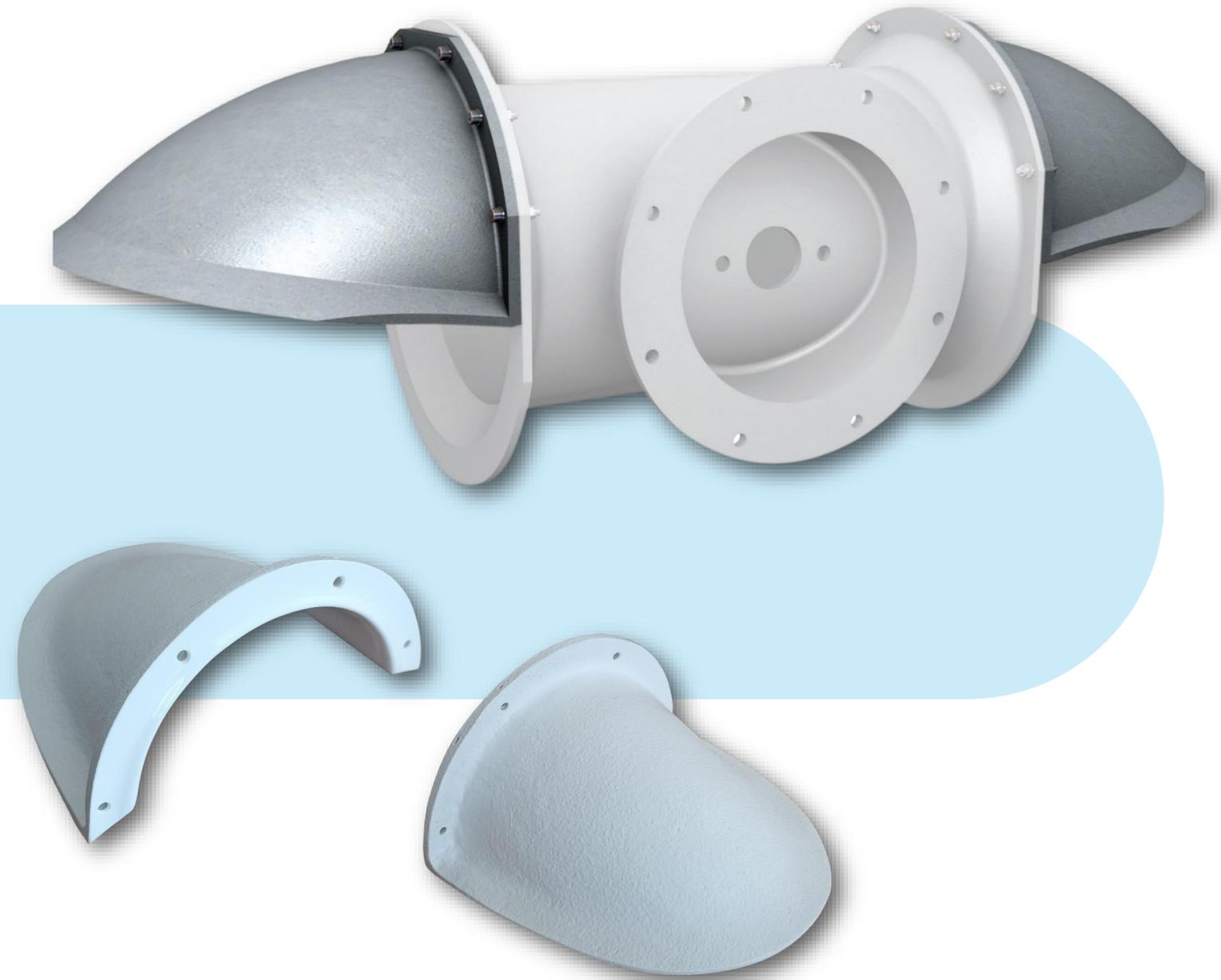
## Accesorios

### Equipo de ampliación para túneles de hélices de popa

Si las aberturas de la hélice de popa están demasiado cerca de la línea de flotación, éstas succionan aire y se produce una pérdida considerable de empuje. Esto se puede evitar utilizando un equipo de ampliación que asegura que ambas aberturas del túnel estén sumergidas adecuadamente.

El equipo consta de dos conchas de fibra de vidrio y cierres de acero inoxidable.

Al instalar estas conchas deflectoras, el flujo de agua también puede dirigirse lejos de las obstrucciones montadas en el espejo de popa, incluidas las colas Z, flaps y plataformas de baño, manteniendo la efectividad de la hélice de popa.



# Accesorios

## Protección de la hélice





# Índice de contenidos

<b>Descripción del panel</b>	6	Cálculo del empuje requerido en hélices de maniobra	22-23
<b>Imágenes y funcionamiento</b>	7-10	Túneles	24-31
<b>Descripción detallada y contenidos</b>	11	Consideraciones en el montaje de las hélices de maniobra	32
Contenidos del panel	12	Especificaciones técnicas	33-34
Esquema de distribución de elementos	13	Herramientas de trazado de corte en el casco	35
Hélices de maniobra (hélice de proa y popa)	14-15	Herramientas de trazado y corte en el casco	36-38
Partes del propulsor	16	Instalación del túnel de propulsor de proa	39-40
Partes de la pata de engranaje	17	Instalación del túnel en veleros	41
Partes del motor eléctrico	18	Instalación del eje de transmisión y soporte del motor	42-44
Despiece completo del propulsor	19	Instalación del propulsor	45
Especificaciones de productos	20	Instalación del motor	46-47
Mantenimiento del propulsor	21	Instalación del propulsor de popa. Túnel atornillado de GRP	48-50





# Índice de contenidos

Instalación del propulsor de popa. Compartimento estanco	51-54	Esquema de conexiones eléctricas – Mando doble + 2 mandos simples proa y popa	66
Consideraciones adicionales para el posicionamiento del propulsor de popa	55	Esquema de conexiones motor – Mando doble + 2 mandos simples proa y popa	67
Panel de mando simple para hélices de maniobra	56	Interruptor/fusible principal automático	68-71
Panel de mando doble	57	Caja de control electrónica	72
Instalación del panel de control	58	Conexión eléctrico del motor propulsor	73
Especificaciones de batería y longitud del cable	59	Reportaje fotográfico del proceso de instalación de los túneles y propulsores de proa y popa del panel didáctico	74-84
Tabla de equivalencias (unidades de medidas internacionales)	60	Otros tipos de hélices de maniobra	85-88
Esquema de conexión eléctrica de hélices de popa	61	Accesorios	89-92
Esquema de conexión eléctrica de hélices de proa	62	<b>Cierre</b>	93
Esquema de conexión de motor	63	<b>Créditos</b>	95
Esquema de conexiones eléctricas para hélice de proa y popa	64		
Esquema de conexiones motor – Mando doble para hélices de proa y popa	65		



# créditos.

## Edita

SOIB - Servicio de Ocupación de las Islas Baleares

Carrer Gremi d'Hortolans, 11, Polígon de son Rossinyol - 07009,  
Palma (Illes Balears).

Página web: [www.soib.es](http://www.soib.es)

Centre de la Mar (Centro de Referencia Nacional de Náutica)

Carrer Ruiz i Pablo, 13 - 07702, Maó (Illes Balears).

Teléfono: 971 17 70 27

E-mail: [info@centredelamar.com](mailto:info@centredelamar.com)

Página web: [www.centredelamar.com](http://www.centredelamar.com)

## Autores de contenidos

Helena Calzas José,

Ingeniera Técnica Naval, responsable del  
departamento de innovación e investigación del  
Centro de Referencia Nacional de Náutica.

## Maquetación del documento

José María Cano Sánchez.

Docente de formación profesional para el empleo

Página web: [www.chemacano.com](http://www.chemacano.com)

PANEL DIDÁCTICO 8

# HÉLICES DE MANIOBRA

CENTRO DE REFERENCIA NACIONAL DE NÁUTICA (CRNN)



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE EDUCACIÓN  
Y FORMACIÓN PROFESIONAL



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE TRABAJO, MIGRACIONES  
Y SEGURIDAD SOCIAL

SERVICIO PÚBLICO  
DE EMPLEO ESTATAL

**SEPE**

