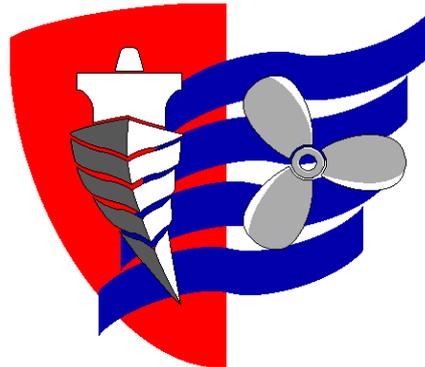


ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



Trabajo Fin de Grado

**SERVICIO DE REMOLQUE EN EL PUERTO
DE A CORUÑA**

Towing service in the port of A Coruña

Para acceder al Título de Grado en

**INGENIERÍA NÁUTICA Y
TRANSPORTE MARÍTIMO**

Autor: Marcos Navarro Ferro
Director: Prof. Dr. Francisco J. Correa Ruíz

Octubre-2013

ÍNDICE

| | |
|---|----|
| 1. JUSTIFICACIÓN E INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.1 JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO | 2 |
| 1.2. INTRODUCCIÓN | 2 |
| | |
| 2. REMOLCADORES | 3 |
| 2.1. FUNCIONES DE LOS REMOLCADORES | 4 |
| 2.2. TIPOS DE REMOLCADORES | 4 |
| 2.3. SISTEMA DE PROPULSIÓN Y GOBIERNO DE LOS REMOLCADORES | 6 |
| 2.3.1. SISTEMA DE PROPULSIÓN..... | 6 |
| 2.3.1.1. HÉLICES CONVENCIONALES Y ESPECIALES..... | 6 |
| 2.3.1.2. CLASIFICACIÓN SEGÚN NÚMERO Y POSICIÓN DE HÉLICES: .. | 10 |
| 2.3.2. SISTEMAS DE GOBIERNO..... | 14 |
| 2.4. CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES DE LOS REMOLCADORES..... | 16 |
| 2.4.1. MANIOBRABILIDAD..... | 16 |
| 2.4.2. ESTABILIDAD | 17 |
| 2.4.3. POTENCIA | 17 |
| 2.4.4. TRACCIÓN A PUNTO FIJO (BOLLARD PULL) | 18 |
| 2.5. FORMAS DE ACTUACION DE LOS REMOLCADORES | 19 |
| 2.6. ACCION DE LOS REMOLCADORES | 22 |
| 2.7. DETERMINACION DE LAS NECESIDADES DE REMOLCADORES..... | 23 |
| 2.7.1. DETERMINACIÓN DE LAS NECESIDADES DE LOS REMOLCADORES | 23 |
| 2.7.2. FASES DEL REMOLQUE | 24 |
| 2.7.3. PROCEDIMIENTO..... | 25 |
| 2.7.4. CÁLCULO DE LAS NECESIDADES DE LOS REMOLCADORES | 27 |
| 2.8. ELEMENTOS DE REMOLQUE | 28 |

| | |
|--|----|
| 3. PROPULSOR VOITH-SCHNEIDER | 32 |
| 3. PROPULSOR VOITH-SCHNEIDER (VSP) | 32 |
| 3.1. GENERALIDADES DEL PROPULSOR VOITH-SCHNEIDER | 33 |
| 3.2. ESTRUCTURA CONSTRUCTIVA Y FUNCIONAMIENTO | 34 |
| 3.2.1. PROPULSOR | 34 |
| 3.2.2. CONSTRUCCIÓN..... | 35 |
| 3.2.3. FUNCIONAMIENTO. | 36 |
| 3.2.4. DISPOSITIVO DE AJUSTE DE PALAS | 37 |
| 3.2.5. PALAS Y SOPORTE DE PALAS | 39 |
| 4. REMOLCADORES SERTOSA CON BASE EN EL PUERTO DE A CORUÑA. ... | 41 |
| 4.1. FOLTA DE REMOLCADORES..... | 42 |
| 4.2. REMOLCADOR <i>SERTOSA 28</i> | 42 |
| 4.2.1. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES | 43 |
| 4.3. ZONAS DE SERVICIO DE LOS REMOLCADORES SERTOSA | 45 |
| 4.4. PRESTACIÓN DEL SERVICIO (PORCEDIMIENTO) | 47 |
| 4.4.1. OPERACIONES | 47 |
| 4.4.1.1. SERVICIO DE REMOLQUE DE PUERTO | 48 |
| 4.4.1.2. SERVICIO DE REMOLQUE DE ALTURA | 49 |
| 4.4.1.3. SERVICIO CONTRA INCENDIOS..... | 51 |
| 4.4.1.4. SERVICIO ANTIPOLUCIÓN..... | 51 |
| 4.5. CONTROL DE LAS PRESTACIONES DE SERVICIOS | 52 |
| 4.5.1. PRESTACIÓN DE SERVICIOS EN PUERTO..... | 52 |
| 4.6. RESPONSABILIDADES..... | 55 |
| 5. CONCLUSIONES | 57 |
| 6. BIBLIOGRAFÍA..... | 59 |

1. JUSTIFICACIÓN E INTRODUCCIÓN

1.1 JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

Con objeto de la obtención del título académico de grado en ingeniería náutica y transporte marítimo, he decidido enfocar el proyecto de fin de grado hacia los remolcadores portuarios, haciendo hincapié en el remolque portuario dentro del puerto de A Coruña. Es la empresa Sertosa Norte S.A. la encargada de dicho servicio, en la cual he podido embarcar como alumno.

Esa estancia práctica en los remolcadores, junto a conocimientos teóricos adquiridos en la diplomatura en navegación marítima y al gusto personal que tengo hacia este tipo de buques, han sido los determinantes a la hora de escoger esta línea de argumental trabajo.

1.2. INTRODUCCIÓN

En este trabajo se tratan de manera breve los aspectos más destacables de los remolcadores en general (portuarios en especial), su clasificación, sistemas de propulsión y gobierno, etc., centrándose en el propulsor Voith-Schneider ya que es el tipo de propulsión que mayor número de remolcadores portuarios usan para su tarea.

Además, se expone también de manera concisa el método de trabajo que la flota de remolcadores Sertosa Norte S.A. tiene en el puerto de A Coruña. Sirva este proyecto a aquellos que, ya sea, por temas profesionales, de formación o simple interés, para acercarlos el apasionante mundo de los remolcadores.

2. REMOLCADORES

2.1. FUNCIONES DE LOS REMOLCADORES

Los remolcadores son embarcaciones auxiliares para la navegación y maniobras de los buques y otros elementos flotantes, que se utilizan para las funciones siguientes:

- Asistir al buque en las maniobras de atraque, desatraque y, en algunos casos, permanencia.
- Ayudar al buque en el reviro en un área reducida.
- Dar el apoyo necesario para contrarrestar la acción del viento, del oleaje o de las corrientes en las situaciones en las que el buque navega a baja velocidad, en las que la eficacia del motor propulsor y del timón es baja.
- Ayudar a parar al buque.
- Remolcar, empujar o auxiliar a un buque que se ha quedado sin medios de propulsión o gobierno.
- Transportar gabarras o artefactos flotantes de un lugar a otro.
- Dar escolta, en previsión de pérdida de gobierno, a buques con cargas peligrosas en zonas de alto riesgo.

2.2. TIPOS DE REMOLCADORES

Atendiendo al tipo de operación y a la misión a realizar por el remolcador, se pueden dividir en: remolcadores de puerto, remolcadores de puerto y altura y remolcadores de altura y salvamento, aunque también pueden existir remolcadores que realicen los tres tipos de operaciones.

Remolcador de puerto. Es el que se emplea en el tráfico interior de puerto, su potencia puede oscilar entre 400 y 3.000 CV o más, con una tracción a punto fijo (bollard pull) de 6 a 30 toneladas, una eslora comprendida entre 20 y 30 m, un calado comprendido entre 3,0 y 4,5 m y una velocidad que varía entre 5 y 13 nudos. Aunque esta función en el tráfico interior del puerto es la habitual, existen remolcadores con base en determinados puertos

estratégicos donde operan en solitario y deben poder realizar operaciones de puerto y de altura así como operaciones de salvamento.

Remolcador de puerto y altura. Sus operaciones pueden dividirse entre servicios de puerto para auxiliar a grandes buques, amarre de *supertanques* a *monoboyas*, remolques costeros de altura etc. Su eslora está comprendida entre 25 y 40 m y su potencia puede variar entre 1.500 y 5.000 CV con una tracción a punto fijo de 20 a 55 toneladas.

Remolcador de altura y salvamento. Es el remolcador que por su tamaño y potencia le permite efectuar remolques oceánicos y prestar asistencia a los buques en peligro en alta mar. Las características principales de este tipo de remolcador son: eslora de 40 a 80 m, potencia de 4.000 a 20.000 CV, tracción de tiro a punto fijo de 55 a 180 toneladas y velocidad de 15 a 16 nudos.

La mayoría de los remolcadores de puerto cuenta hoy en día con equipos de lucha contra la contaminación y conraincendios. Los remolcadores de altura y salvamento, además de su equipo propio de remolque, cuentan con instalaciones conraincendios de agua y agua-espuma con monitores montados sobre plataformas elevadas a 15/20 m. sobre la línea de flotación que, comandados a distancia, pueden apagar incendios de grandes proporciones; disponen también de sistemas de achique para ser empleados en buques siniestrados y algunos remolcadores pueden hacer funcionar, por medio de sus elementos auxiliares, los motores principales de un buque siniestrado facilitándole aire para el arranque y energía eléctrica.

2.3. SISTEMA DE PROPULSIÓN Y GOBIERNO DE LOS REMOLCADORES

2.3.1. SISTEMA DE PROPULSIÓN

2.3.1.1. El sistema generalizado de propulsión de los remolcadores es por motores diesel que accionan hélices convencionales o especiales. Las hélices convencionales pueden clasificarse en cuatro tipos:

- Hélices de paso fijo.
- Hélices de paso variable.
- Hélices de paso fijo con tobera.
- Hélices de paso variable con tobera.

Las hélices especiales más frecuentemente utilizadas son de dos tipos:

- Sistema Schottel (hélice timón).
- Sistema Voith-Schneider (propulsor cicloidal).

HÉLICES CONVENCIONALES:

Las hélices de paso fijo, mantienen su configuración invariable, mientras que en las hélices de paso variable se puede hacer girar cada una de las palas sobre su propio eje, dando el paso requerido en un sentido o en otro e incluso dejándole anulado girando las palas como un disco, lo que permite que el motor gire siempre en el mismo sentido permaneciendo continuamente en marcha.

Las hélices de paso variable son más eficaces que las de paso fijo porque al ajuste de las palas permite desarrollar la máxima potencia o cualquier velocidad, lo que no sucede con las hélices de paso fijo que están diseñadas para las condiciones específicas de operación ordinaria. Sin embargo las

hélices de paso variable proporcionan un menor empuje para navegación de atrás, lo que puede ser una limitación importante para los remolcadores en los que se busque un compromiso para el funcionamiento eficaz del remolcador trabajando en uno y otro sentido.

La incorporación de una tobera a estos sistemas, dentro de la cual gira la hélice, mejora significativamente la eficacia del propulsor, equivaliendo a un incremento del diámetro efectivo de la hélice. El efecto que produce la tobera es que al canalizar el paso del agua se consigue un aumento de la velocidad en la sección mínima donde está la hélice, velocidad que disminuye al sobrepasar esta sección, aumentando así la presión y el empuje. El rendimiento de una hélice con tobera puede ser del 25% al 40% superior al sistema propulsor convencional para navegación avante.

HÉLICES ESPECIALES:

Las hélices especiales son sistemas en los que la hélice hace las funciones de propulsión y gobierno, sustituyendo por tanto al timón. Los sistemas más desarrollados son el tipo Schottel y el Voith-Schneider.

Sistema Schottel. Este sistema consiste en una hélice suspendida de un eje vertical en Z o ángulo recto. Fijo al eje hay una tobera dentro de la cual gira la hélice y todo el conjunto puede girar 360° sobre dicho eje vertical. Con este giro se consigue dirigir el chorro de la corriente de expulsión en la dirección deseada, dando una gran maniobrabilidad al remolcador que puede desplazarse en todos los sentidos. Fig. 2.01.



FIGURA 2.01. Sistema Schottel

Sistema Voith-Schneider. Consiste en un rotor que gira sobre un eje vertical fijo al casco aproximadamente en su punto giratorio (fig. 2.02), provisto de cuatro foils o palas que pivotan sobre ejes verticales accionadas por un mecanismo llamado control de gobierno, que fija el ángulo de ataque de las palas en las diferentes posiciones de maniobra, determinando la posición del centro de gobierno. Cuando el centro de gobierno se separa del centro geométrico del rotor, las palas ejercen un movimiento alrededor de su eje produciendo un chorro de agua que crea una reacción en contrario.



FIGURA 2.02. Sistemas <<Voith-Schneider>>

El mecanismo está diseñado de un modo sincronizado de manera que las perpendiculares a la cuerda del perfil de cada pala coinciden en el centro de gobierno, con lo cual se consigue que el chorro de agua y el empuje resultantes sean perpendiculares a la línea que une el centro de gobierno con el centro geométrico del rotor; de esta forma puede conseguirse con un solo rotor un empuje en cualquier dirección, lo que da una gran capacidad de maniobra a este sistema (Ver fig. 2.03 posiciones 2, 3, 4 y 5). Si en un remolcador se instalan dos rotores de este tipo tal como se esquematiza en el croquis nº 6 de la misma figura, puede conseguirse que los componentes longitudinales de ambos empujes se compensen entre sí, sumándose las fuerzas transversales, que, de estar aplicadas en el centro de deriva, darían lugar a un desplazamiento lateral del remolcador.

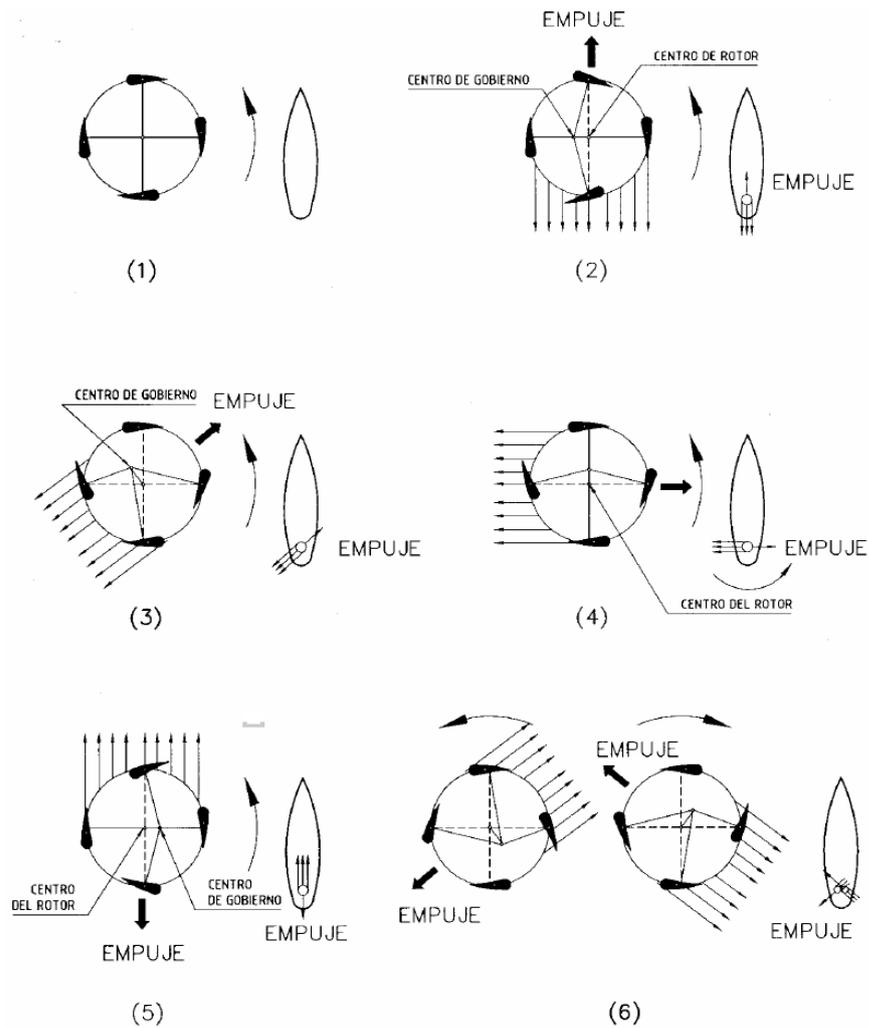


FIGURA 2.03

El sistema Voith-Schneider produce un menor empuje para navegación avante que una hélice de paso fijo para la misma potencia instalada, sin embargo esta pérdida de eficacia está compensada por la alta maniobrabilidad obtenida, que es muy necesaria para operaciones en aguas restringidas.

2.3.1.2. Atendiendo al número y posición de las hélices los remolcadores pueden clasificarse en:

Remolcador de una hélice. El remolcador de una hélice es el clásico remolcador convencional que tiene una sola hélice a popa, pudiendo llevarla dentro de una tobera para aumentar la fuerza de tracción; las palas pueden

ser fijas o de paso controlable (figura 2.04). Posee las siguientes características:



FIGURA 2.04. Hélice de paso controlable con tobera

- Es adecuado como remolcador de proa, maniobrable a todas las velocidades.
- Es inadecuado como remolcador de popa porque no tiene maniobrabilidad.
- No tiene maniobrabilidad en máquina atrás.

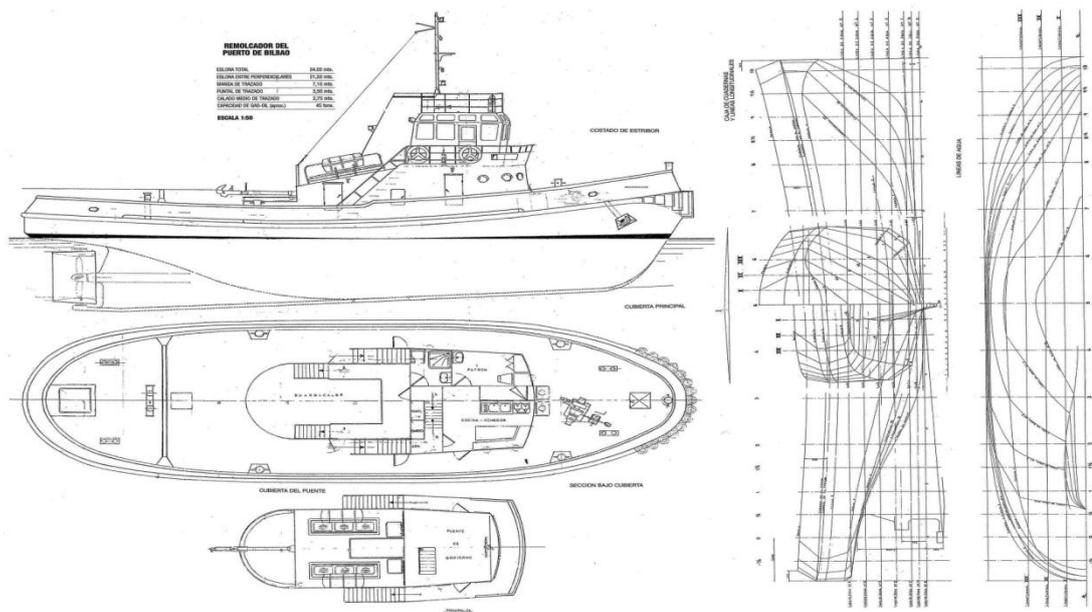


FIGURA 2.05. Esquema tipo de remolcador de una hélice con tobera

Remolcador de dos hélices. Es el remolcador de hélices iguales instaladas a popa accionadas por ejes horizontales, cuyas palas pueden ser de paso fijo o controlable, instaladas dentro de toberas o sin ellas. Para aumentar la maniobrabilidad se pueden instalar dos timones-tobera que proporcionan al remolcador una gran maniobrabilidad.

Remolcador tipo tractor. Es el remolcador que lleva el elemento propulsor en la parte de proa, del tipo Schottel o Voith-Schneider (figuras 2.06 y 2.07). Debido a su especial maniobrabilidad, lleva el gancho de remolque a popa, lo cual evita que el remolcador pueda zozobrar al tirar de través. Sus características son:

- Es adecuado como remolcador de proa y de popa.
- Es adecuado para operaciones de empuje y tiro.
- Tiene gran maniobrabilidad, incluso en desplazamiento lateral.
- Tiene gran fuerza de tracción en todas las direcciones.

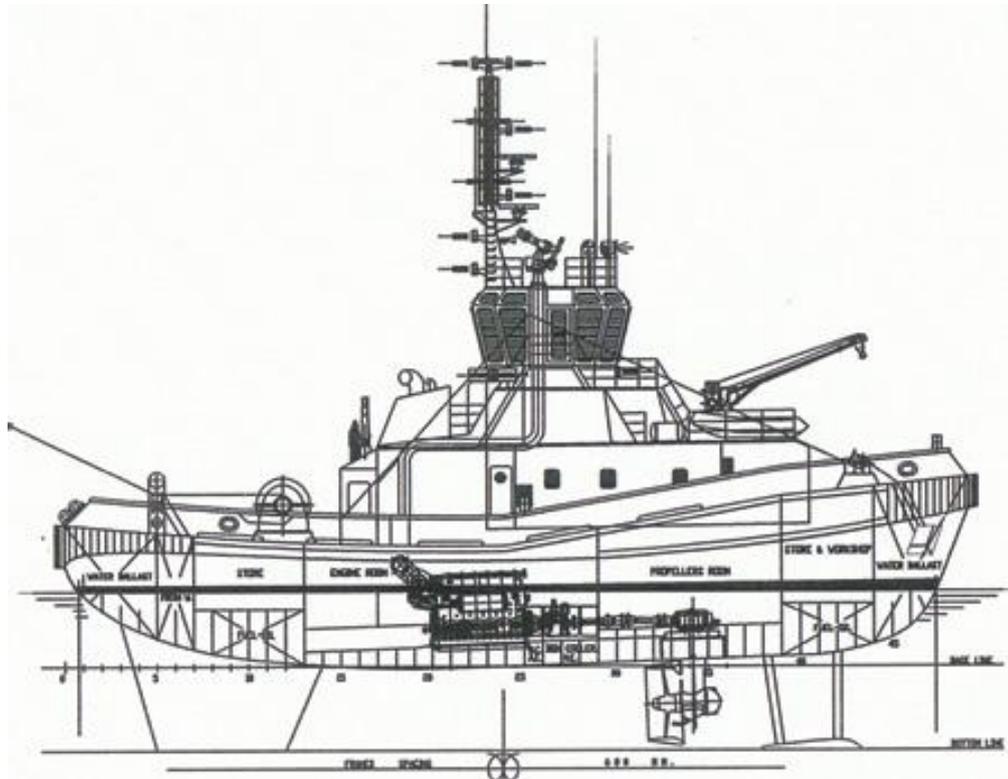


FIGURA 2.06. Remolcador tipo tractor con propulsor Schottel

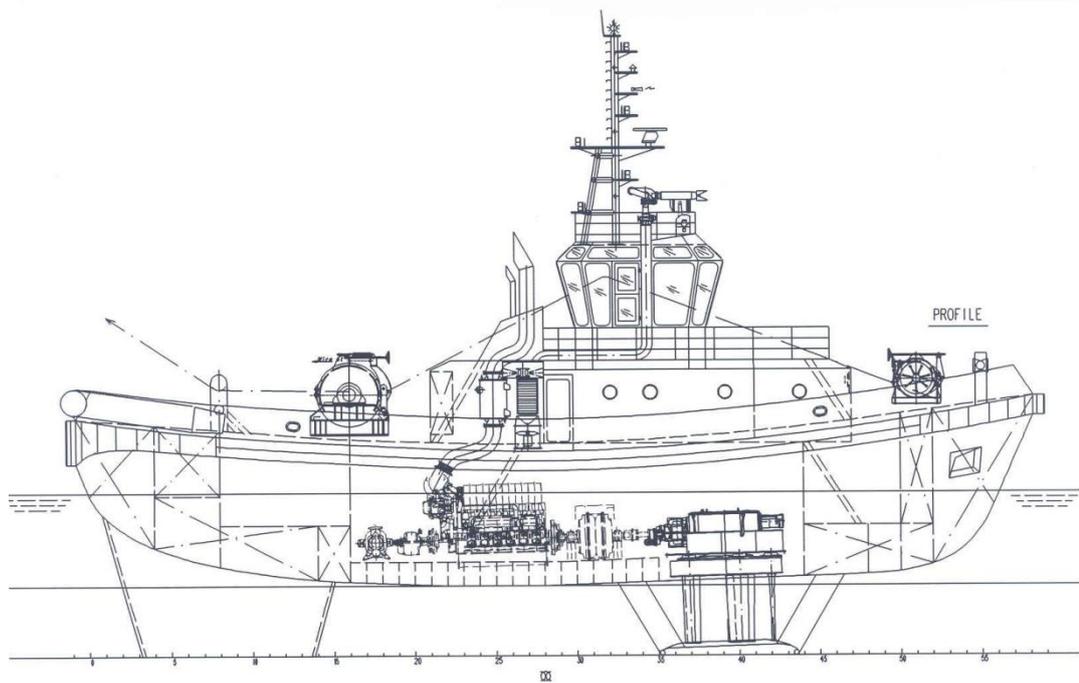


FIGURA 2.07. Remolcador tipo tractor con propulsor Voith-Schneider

Remolcador tipo "Z-peller": Es un remolcador de propulsión a popa con hélices gemelas tipo Schottel con 360° de giro, que debido a su gran maniobrabilidad y tiro puede actuar como remolcador tipo tractor o para empuje y tiro. La instalación de dos chigres de remolque, uno a proa y otro a popa, cerca de la bita de remolque principal, le aumenta su capacidad de acción en cualquier dirección. Sus características son:

- Es adecuado para remolcador de proa utilizando el chigre en la bita principal como remolcador convencional.
- Es adecuado como remolcador de popa enganchando el remolque por el chigre de proa, operando como remolcador tipo tractor.
- Tiene elevada velocidad en marcha libre avante y atrás.
- Tiene gran maniobrabilidad tanto con remolque como sin él.
- Es adecuado para operaciones de tiro y empuje.

2.3.2. SISTEMAS DE GOBIERNO

Por lo que se refiere a los sistemas de gobierno (con independencia de los ya descritos al analizar los sistemas de propulsión: Sistemas Schottel y Voith-Schneider, etc.) la mayoría de los remolcadores están dotados de timones compensados y semicompensados, es decir con el borde de ataque prolongado hacia proa de la mecha del timón, con objeto de utilizar el flujo de forma más eficaz y hacer que el servomotor funcione con menos carga. La mayoría de los timones de los remolcadores están sobredimensionados en relación con los buques convencionales para favorecer la maniobrabilidad, lo que en general obliga a desarrollar codastes con talón para soportar el timón y, en su caso, la hélice.

Entre los sistemas de timones especiales desarrollados para los remolcadores pueden citarse los siguientes:

Towmaster. Este sistema de gobierno sitúa varios timones detrás (a popa) de cada tobera, que pueden llegar a girar hasta 60° en cada banda, en lugar de los 35 o 40° habituales. Esta cualidad permite una excelente maniobrabilidad en marcha avante; precisando como contrapartida un mayor calado a popa.

Timón Kort. Este sistema consiste en una tobera en cuyo interior se encuentra la hélice propulsora. La tobera está acoplada a la mecha del timón y gira accionada por el servomotor. Las ventajas de este sistema respecto a los convencionales son una mejora del rendimiento en marcha avante y una mayor maniobrabilidad máquina atrás. Como desventaja decir que la respuesta de este timón es más lenta que la de los timones convencionales.

Timones laterales. Estos timones auxiliares se instalan a proa y a cada banda de la hélice propulsora, proporcionando una mayor gobernabilidad en las maniobras máquina atrás. Estos timones se gobiernan por controles separados y se mantienen a la vía en marcha avante. Normalmente se montan conjuntamente con toberas Kort.

Dos hélices y un solo timón. Este sistema de gobierno no es muy eficaz en maniobras dado que el flujo de las hélices no incide directamente sobre el timón al estar centrado entre ellas; sin embargo el sistema es eficaz en las operaciones de remolque con gancho.

Doble timón y una hélice. Este tipo de instalación se utiliza en remolcadores con hélice de paso variable, con objeto de mejorar las desfavorables características de gobierno que presentan estos remolcadores cuando se dispone un solo timón a popa de ella y la hélice está en paso cero.

| Tipo de propulsión | Hélice de paso variable y doble timón colgado | Hélice de paso variable y timón Kort | Propulsión Voith-Schneider | Propulsión Schottel |
|---|---|--------------------------------------|----------------------------|---------------------|
| Configuración general | | | | |
| | | | | |
| Tamaño relativo del remolcado referido a la Eslora | Grande | Grande | Medio | Medio |
| Revoluciones (Rpm) aproximadas de la máquina | 400 | 400 | 500-600 | 750 |
| Tiempo requerido para una parada de emergencia, en segundos | 39 | 20 | 18 | 10 |
| Tiempo requerido para pasar de todo avante a todo atrás, en segundos | 10 | 10 | 7 | 7.5 |
| Arco sobre el que puede ejercerse la fuerza de gobierno, en segundos | 70 | 70 | 360 | 360 |
| Tiempo requerido para recorrer todo el arco de gobierno definido anteriormente, en segundos | 15-30 | 15-30 | 15 | 15 |
| Tiempo requerido para un giro de 360°, en segundos | 65-70 | 45-50 | 35-45 | 20-25 |
| Radio de giro en relación con la eslora (L) del Remolcador | 3-5 L | 1.5-2.0L | 1.0-1.3L | 1.0-1.3L |

FIGURA 2.08. Tabla comparativa entre remolcadores de doble hélice

La combinación de los diferentes sistemas compatibles de propulsión y gobierno descritos en los apartados anteriores, a los que se puede añadir la presencia de hélices transversales, produce una tipología muy variada de remolcadores.

2.4. CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES DE LOS REMOLCADORES

Las principales características que debe tener un remolcador son las siguientes: maniobrabilidad, estabilidad y potencia.

2.4.1. Maniobrabilidad

La capacidad y facilidad de maniobra de un remolcador son fundamentales para el desarrollo de sus funciones más características, ya que en maniobras con grandes buques en espacios reducidos será necesario poder moverse en todas las direcciones. La maniobrabilidad de un remolcador depende de la forma del casco, para lo cual suele estar especialmente construido de forma hidrocónica a popa, o bien, de fondo plano a fin de que las corrientes de aspiración lleguen a las hélices sin turbulencias. Los sistemas de propulsión y gobierno son elementos determinantes de la maniobrabilidad del remolcador, especialmente los sistemas combinados de propulsión -gobierno tipo Schottel o Voith-Schneider, que como ya se ha visto proporcionan una movilidad al remolcador en todas las direcciones.

Otro factor que influye en la maniobrabilidad es la posición del gancho o chigre de remolque, que deberá estar muy cerca del centro de resistencia lateral o algo hacia popa de él.

Otro elemento que influirá en la maniobrabilidad es la capacidad que tenga el remolcador para pasar de una situación de avante toda a completamente parado. El tiempo de parada no deberá sobrepasar los 25 segundos.

2.4.2. Estabilidad

La curva de estabilidad estática para un remolcador debe ser positiva hasta los 60°-70° con un brazo de estabilidad (distancia entre el metacentro y el centro de gravedad) de unos 0,6 m, por lo que será necesario que las puertas de los alojamientos y entrada de la sala de máquinas sean estancas ante la posibilidad de alcanzar grandes escoras al tirar el cable de remolque en dirección del través. Los métodos por los que se puede mejorar la estabilidad estática de los remolcadores se basan en el incremento de la manga, en la reducción de la resistencia transversal del casco, en la reducción de la altura del gancho o punto de tiro y de la altura del punto de empuje y en la utilización de líneas de amarre o cabos de remolque con buenas características de absorción de cargas de impacto.

2.4.3. Potencia

La potencia del remolcador deberá ser aquella que le permita acometer de una forma segura la función que tenga encomendada. Para las operaciones de transporte (arrastre o empuje de barcos, plataformas, etc.) la potencia del remolcador deberá ser como mínimo la necesaria para remolcar o empujar un remolque de un determinado desplazamiento a una cierta velocidad mínima que le permita gobernar en las peores condiciones meteorológicas que se esperan durante el transporte. Esta potencia necesaria para lograr una determinada velocidad dependerá del rendimiento del motor propulsor, del rendimiento de la línea de ejes, del rendimiento de la hélice y del rendimiento del casco del remolcador y del remolcado.

La potencia requerida para el remolcador será la suma de la potencia necesaria para mover el remolque y el propio remolcador; de una manera aproximada se puede suponer que la potencia que necesita el remolcador para alcanzar una determinada velocidad es del 9 al 10% de la potencia total necesaria para efectuar el remolque; luego conociendo la potencia necesaria

para mover el remolque se puede calcular aproximadamente la potencia que necesitará el remolcador para efectuar un determinado remolque.

Dentro del concepto de potencia del remolcador se debe resaltar el de tracción a punto fijo, valor que está más ligado con la determinación de la potencia necesaria de los remolcadores en el caso de las restantes funciones desarrolladas por ellos y especialmente con las maniobras a realizar con los buques en puertos y áreas restringidas.

2.4.4. Tracción a punto fijo (Bollard Pull)

Es la cantidad de fuerza horizontal que puede aplicar el remolcador trabajando avante en el supuesto de velocidad nula de desplazamiento, coincidiría por tanto con la tracción que el remolcador produciría en una amarra que le fijase a un bolardo fijo de un muelle.

La tracción a punto fijo depende del área de giro de la hélice, su paso, la potencia al freno y la potencia en el eje, además del desplazamiento, forma del casco y tipo de propulsor. De una forma simplificada puede determinarse la tracción a punto fijo suministrada por un remolcador mediante la fórmula siguiente:

$$T_{PF} = K_{PF} \cdot \frac{W_R}{1000}$$

Siendo:

T_{PF} = Tracción a punto fijo (toneladas)

W_R = Potencia al freno del remolcador en CV

K_{PF} = Coeficiente, dependiente de las características del remolcador. Para remolcadores en los rangos de 500-2000 CV y 2000-4000 CV, que son habituales en maniobras portuarias, pueden utilizarse los valores siguientes, en función del sistema de propulsión:

| | 500/2000 CV | 2000/4000CV |
|---|-------------|-------------|
| HÉLICES DE PASO FIJO | 10.0-11.0 | 9.0-10.0 |
| HÉLICES DE PASO FIJO CON TOBERA | 11.5-13.0 | 10.5-12 |
| HÉLICES DE PASO VARIABLE | 10.5-11.5 | 9.5-10.5 |
| HÉLICES DE PASO VARIABLE CON TOBERA | 12.5-13.5 | 11.5-12.5 |
| HÉLICES SISTEMA SCHOTTEL | 9.0-10.0 | 8.0-9.0 |
| SISTEMA VOITH- SCHNEIDER | 9.0-9.5 | 8.5-9.0 |

Conocida la tracción a punto fijo puede determinarse la tracción o el empuje avante suministrado a otras velocidades. Cabe recordar que los empujes con el remolcador trabajando en otras direcciones distintas de avante pueden presentar reducciones muy significativas según sea e tipo de remolcador.

2.5. FORMAS DE ACTUACIÓN DE LOS REMOLCADORES

La actuación de los remolcadores responde en general a uno de los tres métodos siguientes (fig. 2.08).

a) REMOLCADOR TRABAJANDO EN FLECHA O SOBRE CABO

En este procedimiento el remolcador trabaja separado del buque al que auxilia, tirando de él desde el extremo de un cabo, que puede estar fijado en diferentes puntos del buque realizando así diversas funciones (arrastre, retenida, etc.). Con este procedimiento se evita el contacto directo entre ambas embarcaciones y se asegura además que toda la potencia del remolcador se ejerce en la dirección del cabo. El inconveniente de este procedimiento es que se necesita mayor espacio de maniobra debido a la longitud del amarre, por lo que el sistema no puede utilizarse donde existan

limitaciones de espacio. El efecto de un remolque en flecha es análogo al de una amarra con su punto de anclaje móvil y con un tiro de magnitud variable.

b) REMOLCADOR APOYADO DE PROA (TRABAJANDO DE CARNERO)

En este sistema el remolcador apoya su proa sobre el costado del buque al que auxilia y lo empuja en una dirección sensiblemente perpendicular a la crujía. Es habitual en este procedimiento que el remolcador quede fijado al buque con 1, 2 o 3 cabos de amarre lo que permite evitar el deslizamiento relativo entre ambas embarcaciones durante la maniobra, y, además ejercer un tiro sobre el buque, en el supuesto de que se prevea la necesidad de este uso durante la maniobra, dando así mayor flexibilidad a la operación. Este procedimiento tiene menores requerimientos de espacio y permite cambiar con rapidez el sentido del empuje, si bien la eficacia del remolcador trabajando al tiro es menor que con el procedimiento anterior debido a la peor posición que pueden adoptar los cabos de amarre.

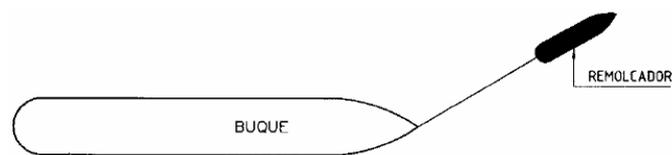
Como una variante de este sistema puede emplazarse el remolcador en la popa de determinadas embarcaciones (pontonas, barcas, etc.) transmitiendo el empuje en sentido longitudinal, proporcionando así la potencia necesaria para el movimiento longitudinal de la que no disponen generalmente estas embarcaciones.

El efecto de un remolcador apoyado a proa puede asimilarse al de una amarra que trabajase en ambas direcciones, con su punto de aplicación móvil y con un tiro de magnitud variable, si bien será necesario considerar las posibles cargas de rozamiento en el supuesto de trabajar al empuje.

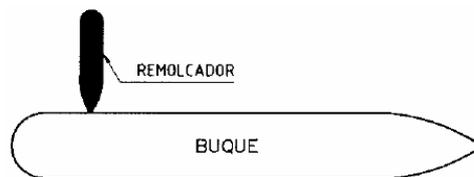
c) REMOLCADOR ABARLOADO

En este procedimiento el remolcador se sitúa al costado del buque y sensiblemente paralelo a él, quedando amarrado al barco por mediación de varios cabos, que aseguran la transmisión de esfuerzos. Este procedimiento

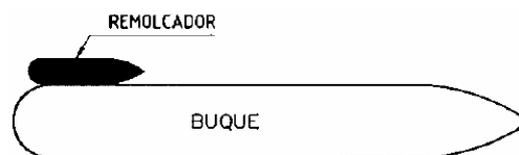
se utiliza generalmente para maniobrar buques que no cuentan con propulsión suficiente, en lugares de poco espacio y en aguas muy tranquilas. El remolcador se sitúa generalmente en la aleta del buque a auxiliar de modo que los timones de ambas embarcaciones estén a la misma altura para favorecer las condiciones evolutivas del conjunto. El remolcador abarloado produce por tanto el mismo efecto que si el buque remolcado tuviera dos hélices, una de ellas muy separada de crujía. En casos de buques muy sensibles a la acción del viento y otras cargas transversales, es habitual disponer de dos remolcadores abarloados, cada uno situado en una banda, con lo cual se consigue un mayor control de la navegabilidad.



A) EN FLECHA O SOBRE CABO



B) APOYADO DE PROA



C) ABARLOADO

FIGURA 2.08. Métodos habituales de actuación de remolcadores

2.6. ACCIÓN DE LOS REMOLCADORES

La acción de cada uno de los remolcadores que actúan sobre un buque puede simplificarse en una fuerza horizontal resultante F_{RI} , de intensidad variable y que puede ser aplicada con una excentricidad importante con respecto al centro de gravedad del buque para conseguir los mayores efectos evolutivos (fig. 2.09). Cada una de estas fuerzas podría descomponerse en los siguientes efectos parciales:

- Una componente F_{LRI} en el sentido longitudinal del buque, que produce movimientos de avance o frenada del buque según el sentido en que esté aplicada.
- Una componente F_{TRI} en el sentido transversal del buque, que produce movimientos de deriva.
- Un Momento resultante M_{TRI} debido a la excentricidad de la fuerza en relación con el centro de gravedad del buque, que produce movimientos de guiñada.

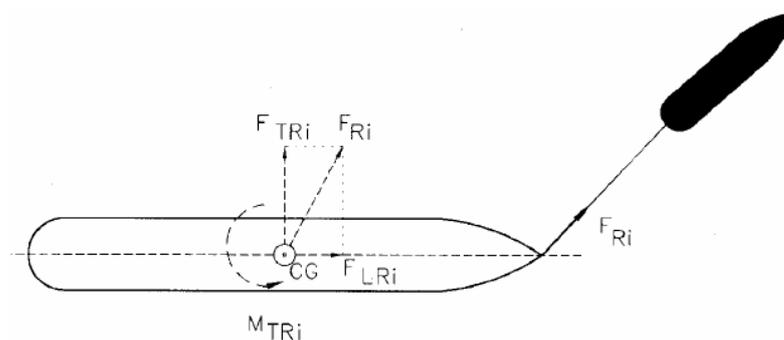


FIGURA 2.09. Fuerzas generadas por el remolcador sobre un buque

En función de la maniobra que se pretenda realizar, la acción de los remolcadores irá dirigida a conseguir los efectos más favorables para cada caso (mayor componente longitudinal en el caso de un remolque, mayor

componente transversal en el caso de compensación de una deriva, mayor momento evolutivo en caso de un reviro, etc.).

En el supuesto de que intervengan varios remolcadores en la maniobra la actuación de cada uno de ellos se establecerá de manera coordinada de manera que se potencien los efectos favorables que se quiera conseguir y se compensen o minoren los desfavorables.

Adicionalmente a estos esfuerzos principales podrían considerarse la componente en el sentido vertical del buque y los dos momentos sobre los ejes longitudinal y transversal del buque, cuyo efecto pudiera ser necesario tomar en consideración para determinar los sobrecalados del buque debido a la acción de los remolcadores, y que generalmente no se consideran (salvo en el propio remolcador o en barcos de pequeño porte) debido a su reducida importancia.

2.7. DETERMINACIÓN DE LAS NECESIDADES DE REMOLCADORES

2.7.1. La determinación de las necesidades de remolcadores para la realización de una maniobra segura en concreto depende de un gran número de factores entre los que pueden citarse:

- Las características del área en las que va a desarrollarse la maniobra.
- Las condiciones climáticas existentes.
- El tipo de buque y sus condiciones de maniobrabilidad.
- El tipo de maniobra a realizar y la forma de actuación de los remolcadores en condiciones de seguridad.
- La flota de remolcadores disponibles.
- La experiencia de los maniobristas que intervengan en la operación.
- La prestación de servicios complementarios a la propia maniobra.
- Las condiciones económicas que regulen la intervención de los remolcadores.

En el supuesto de que se quisiera determinar la flota de remolcadores necesaria para un puerto o una instalación compleja que integrase diferentes áreas de navegación, flotación o maniobras sería necesario efectuar estudios de demanda, simultaneidad de operaciones, etc.

2.7.2. Dejando al margen las operaciones puras de remolque que ya se comentaron anteriormente, la asistencia de remolcadores en la llegada o partida de un buque a una instalación portuaria comprende normalmente tres fases:

- La fase en la que el buque mantiene una velocidad apreciable en la que puede mantener un adecuado control de la navegación con sus medios propios (hélices, timones, etc.). En esta fase la asistencia de remolcadores puede ser necesaria, con unos requerimientos que en general no demandarán una potencia o tracción a punto fijo excesiva, pero si unas condiciones específicas de navegabilidad y eficiencia para poder asistir a un buque en movimiento.

- La fase intermedia en la que el buque reduce su velocidad para aproximarse a un área de maniobra, dársena, muelle, etc. y en la que el buque está realizando parte de su proceso de parada. Durante esta fase el buque reduce su velocidad y en consecuencia disminuye la eficacia de sus medios propios, en consecuencia la influencia de los agentes externos (vientos, oleajes, corrientes, etc.) se queda descompensada y es necesario recurrir a la asistencia de remolcadores más frecuentemente y en actuaciones más prolongadas.

- La fase final en la que se realizan las maniobras últimas de aproximación, reviro y atraque o el proceso contrario de inicio de la salida. Durante esta fase el buque está casi sin velocidad con lo cual la posibilidad de utilizar sus medios propios en el control de las acciones externas es prácticamente nula

y por tanto se precisa una ayuda más importante por parte de los remolcadores.

La demanda de remolcadores, al menos para buques sensibles a la acción de los vientos, oleajes y corrientes, suele venir determinada por esta última fase en la que se cuantifican las mayores exigencias de tracción a punto fijo. En esta última fase en la que el buque se mueve a velocidad reducida es donde las hélices transversales del barco actúan con mayor eficacia, por lo que deberán ser tomadas en consideración a efectos de cuantificar las necesidades de tracción a punto fijo que deben ser proporcionadas por los remolcadores.

2.7.3. El procedimiento general de dimensionamiento de las necesidades de remolcadores se basa en que las fuerzas proporcionadas por éstos (más las hélices transversales del buque en su caso), serán capaces de equilibrar las fuerzas exteriores y las inerciales o residuales del propio barco, manteniendo un margen de seguridad adecuado para que el buque pueda permanecer controlado en todo momento. Este criterio general puede tener una hipótesis alternativa en la que se admita que las fuerzas de los remolcadores no sean capaces de equilibrar todas las fuerzas exteriores y las inerciales o residuales del propio buque, quedando cargas desequilibradas que producirán movimientos del barco (avances o retrocesos, derivas y guiñadas), para los cuales deberá haber reservas de espacio en cuantía suficiente para las condiciones más desfavorables que pudieran presentarse; en cualquier caso se recomienda que este procedimiento no se utilice cuando los movimientos del buque puedan producirse hacia zonas sin calado suficiente, muelles u otras instalaciones fijas o buques parados o en movimiento dada la gravedad que podría tener un accidente en estos casos.

Los supuestos que habitualmente suelen presentarse pueden resolverse con los casos siguientes o con una combinación de los mismos:

a) MANTENIMIENTO EN POSICIÓN DE UN BUQUE SOMETIDO A FACTORES CLIMÁTICOS

Las fuerzas exteriores proporcionadas por los remolcadores (más las hélices transversales de maniobra en su caso) deberán equilibrar la resultante (fuerzas y momentos) de las cargas sobre el barco correspondientes a la acción de los vientos, oleajes y corrientes que se hayan establecido como condiciones límite de operación para la maniobra que se considere. Para pasar de estas fuerzas exteriores que deben ser proporcionadas por los remolcadores, a requerimientos concretos en términos de tracción a punto fijo, se tomarán en consideración las correcciones que cuantifican la pérdida de eficacia del remolcador en función de la velocidad y del ángulo de empuje o tiro en relación con la dirección de marcha avante de cada remolcador que se considere. Se hace notar que en el caso de que la configuración del buque y las acciones exteriores ocasionen unos momentos desequilibrados importantes, las fuerzas exteriores a ser proporcionadas por los remolcadores no serán iguales en proa que en popa, lo que aconsejará emplazar los remolcadores disponibles del modo más idóneo para equilibrar estos esfuerzos y con la mayor excentricidad posible con respecto al centro de gravedad del buque para conseguir la mayor eficacia en la absorción de estos esfuerzos. Por lo que se refiere a la conveniencia de disponer los remolcadores trabajando en flecha, de proa o incluso abarloados (de haber muchas fuerzas longitudinales desequilibradas) se estará en general al espacio disponible y a lo que mejor resulte para las maniobras siguientes que haya que efectuarse con posterioridad a Esta, ya sea un reviro, una traslación hacia un muelle que admita o no la navegación de remolcadores por detrás de la línea de atraque, etc.

b) REVIRO DE UN BUQUE PARADO NO SOMETIDO A FACTORES CLIMÁTICOS

Las fuerzas exteriores proporcionadas por los remolcadores (más las hélices transversales de maniobra en su caso) deberán equilibrar las fuerzas y

momentos debidos a la velocidad de la corriente relativa al buque que se genera a consecuencia del propio reviro. Para pasar de estas fuerzas exteriores que deben ser proporcionadas por los remolcadores a requerimientos concretos en términos de tracción a punto fijo, se tomarán en consideración las correcciones que cuantifiquen la pérdida de eficacia del remolcador en función de la velocidad y del ángulo de empuje o tiro en relación con la dirección de marcha avante de cada remolcador que se considere.

c) MOVIMIENTO TRANSVERSAL DE UN BUQUE NO SOMETIDO A FACTORES CLIMÁTICOS

En este supuesto que corresponde a la fase final más habitual de aproximación a un muelle se supondrá que la energía cinética del buque debido a velocidad transversal inicial (incluyendo la masa añadida del agua) se absorbe íntegramente por el trabajo de las fuerzas exteriores proporcionadas por los remolcadores y las hélices transversales de maniobra en su caso, actuando uniformemente sobre el espacio disponible para la parada del buque, que, en cualquier caso no se tomará con un valor superior a una manga del barco que maniobra. Para pasar de estas fuerzas exteriores que deben ser proporcionadas por los remolcadores a requerimientos concretos en términos de tracción a punto fijo, se tomarán en consideración las correcciones que cuantifiquen la pérdida de eficacia del remolcador en función de la velocidad y del ángulo de empuje o tiro en relación con la dirección de marcha avante de cada remolcador que se considere.

2.7.4. Como puede deducirse del procedimiento anterior, el cálculo de las necesidades de remolque no es un proceso que conduzca siempre a una misma solución; ni siquiera conocidos los requerimientos globales expresados en términos de tracción a punto fijo puede llegarse a una determinación invariable del número y potencia de remolcadores a utilizar en cada caso. El procedimiento sin embargo si es objetivable y en cada caso

concreto puede plasmarse en unas normas o procedimientos de operación que asignen remolcadores según tipo de buques en función del tipo de maniobra a realizar, de los remolcadores disponibles, y de las condiciones climáticas límites de operación que se establezcan para cada caso o para cada intervalo de buques/condiciones climáticas en el supuesto de que se desee establecer una mayor flexibilidad al respecto.

En el supuesto de que el buque cuente con hélices transversales podrá considerarse su efecto en la compensación de la resultante de las acciones externas sobre el buque, disminuyendo así los requerimientos de remolcadores.

2.8. ELEMENTOS DE REMOLQUE

Cada tipo de remolcador irá equipado con los elementos necesarios para desarrollar con normalidad su trabajo. Unos van fijos en cubierta, tales como: chigre de remolque, gancho de remolque, bitas en “H” y bitas normales, y otros formarán el material necesario para dar el remolque como: cable de remolque, pies de gallo, triángulo, cable de seguridad, cabos mensajeros y guías. Por tanto, cada remolcador, de acuerdo con su potencia de tiro y tracción a punto fijo, deberá tener dichos elementos con la resistencia necesaria que permita efectuar el remolque con seguridad. A continuación se describen brevemente los elementos más importantes de los citados anteriormente:

Chigre de remolque. Consiste en una máquina hidráulica provista de uno o dos tambores donde se guarne el cable de remolque. El sistema puede ser automático de tensión o longitud constante, o no automático.

El chigre de tensión constante mantiene en todo momento el cable en la tensión programada, desvirando cuando entra en excesiva fuerza y virando cuando queda en banda; de esta manera, una vez fijada la longitud del cable

del remolque o la tensión máxima, automáticamente se mantendrán estos valores.

El chigre de remolque no automático es de accionamiento manual y requiere regular la distancia manualmente y estar atento a que no trabaje en exceso.

El chigre de remolque debe instalarse lo más bajo posible para no disminuir la estabilidad y a ser posible coincidiendo con el centro de resistencia lateral para facilitar la maniobrabilidad del remolcador.

La desventaja del chigre de remolque es que no es posible pasar de la situación de remolque hacia adelante a hacia atrás, especialmente en maniobras en lugares estrechos.



FIGURA 2.10. Chigre de remolque

Gancho de remolque. Consiste en un gancho de construcción especial que permite desenganchar el cable de remolque automáticamente desde el puente. La situación del gancho debe ser coincidiendo con el centro de resistencia lateral o algo hacia popa del mismo, dependiendo del sistema propulsor, con el fin de dar la máxima maniobrabilidad al remolcador; su

altura será la mínima posible para evitar una pérdida de estabilidad del remolcador.



FIGURA 2.11. Gancho de remolque

Bitas. En cubierta deber haber las suficientes bitas para hacer firmes los cabos de remolque y colocadas en los lugares apropiados para ser usadas en diversos tipos de remolques, ya sea por la popa, por la proa o abarloado.



FIGURA 2.12. Bitas

Cable de remolque. Cable o cabo de remolque es el cable o cabo que se emplea para arrastrar el remolcado. Puede ser metálico, de fibra natural y de fibra sintética tales como: nylon, polipropileno, etc. El cable de remolque se emplea para remolques largos, costeros y oceánicos, en los cuales se requiere mucha longitud y gran resistencia. El cable convencional de remolque puede ser de 5 a 6 cm de diámetro y de más de 600 m de longitud y va enrollado en el tambor del chigre de remolque.

3. PROPULSOR VOITH-SCHNEIDER

3.1. GENERALIDADES DEL PROPULSOR VOITH-SCHNEIDER

Este tipo de propulsión lo utilizan actualmente los remolcadores de fabricación más moderna. Ha sido desarrollado desde hace unos 45 años, aunque los primeros buques en montar este propulsor se remontan a finales de la década de 1920 en Alemania e Inglaterra posteriormente. En contra del remolcador de hélice convencional, en el cual la propulsión está dispuesta a popa y el gancho de remolque aproximadamente en el plano de cuaderna principal de modo que resulta un equilibrio inestable entre las fuerzas que atacan el casco del buque, la propulsión en los hidrotractor Voith se encuentra por debajo de la proa y el aparejo de remolque, es decir el gancho de remolque está en popa.

Gracias a esta disposición existe un equilibrio estable entre el empuje del propulsor que es aplicado en la proa y las fuerzas de tracción del cabo que son aplicadas en la proa. Esto es especialmente importante por motivos de seguridad puesto que al fallar las instalaciones de propulsión el hidrotractor siempre se ajusta de por sí automáticamente en una posición estriada hacia el cabo. Es decir, no es posible un volqueo del hidrotractor, al contrario del remolcador de hélice convencional, en el cual, al fallar la instalación de propulsión, existe el peligro del volqueo tal y como lo han demostrado numerosos accidentes de remolcadores. Debido a que en el hidrotractor Voith los propulsores están dispuestos en la proa, resulta un mando cabecero para el buque con una capacidad de maniobras y con ello de trabajo extraordinario.

Por el gobierno especial de los propulsores Voith-Schneider, el hidrotractor Voith no tiene ninguna dirección de trabajo para el remolque normal.

3.2. ESTRUCTURA CONSTRUCTIVA Y FUNCIONAMIENTO

3.2.1. Propulsor

Campo de aplicación del propulsor Voith-Schneider (VSP) es la propulsión ideal para todos los buques que deben maniobrar con frecuencia y exactitud en un radio muy reducido o que deben permanecer exactamente en un lugar.

Sus características principales son las siguientes:

- Puede modificarse sin escalonamientos el empuje, dependiendo del tamaño y de la dirección. (El ajuste del paso se efectúa según las coordenadas X-Y)
- El empuje y el grado de rendimiento es igual en todas las direcciones
- Todo el rendimiento puede ser convertido en empuje transversal.
- El empuje y el rendimiento pueden ser modificados a través del paso variable del VSP. Así es posible una adaptación perfecta a todos los estados de servicio que se pueden presentar.
- El motor propulsor y el propulsor marchan en todos los estados de servicio en la misma dirección.

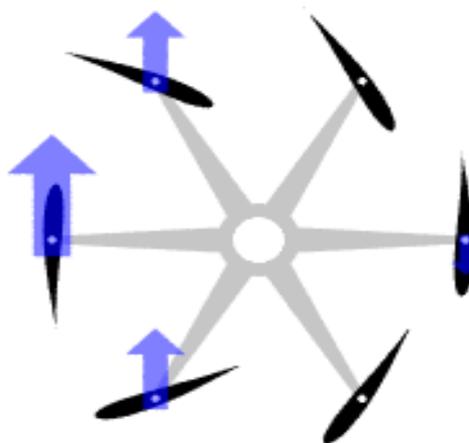


FIGURA 3.01. Esquema del funcionamiento del VSP

3.2.2. Construcción

El concepto del Propulsor Voith Schneider (VSP) se basa en un rotor que va alojado en el casco y tiene movimiento de rotación constante alrededor de un eje vertical, este movimiento giratorio del rotor es realizado por medio de un mecanismo de caja reductora y engrane cónico (este último firme al rotor).

En la parte inferior del rotor con forma de disco, están afirmadas 4 ó 5 palas de perfil hidrodinámico, las cuales participan del movimiento circular del rotor y a su vez se superponen sobre sus respectivos ejes verticales mediante un mecanismo llamado cinemático.

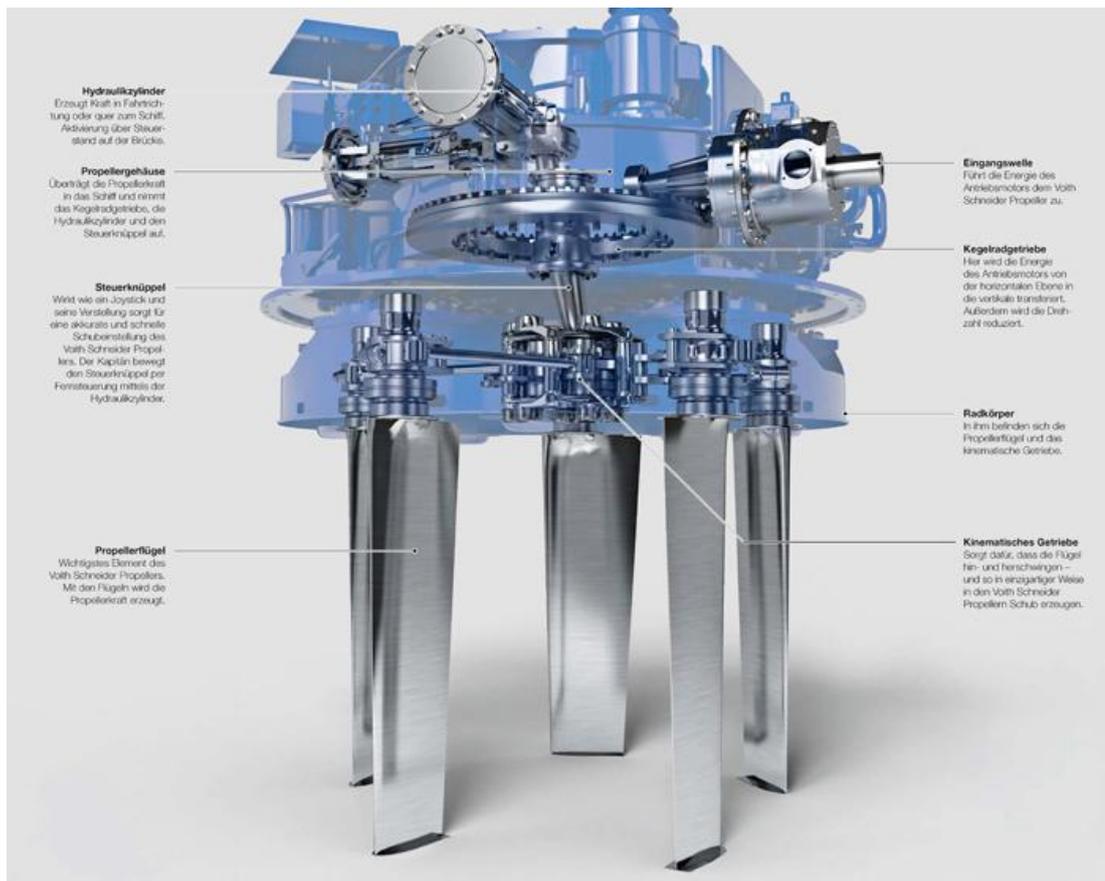


FIGURA 3.02. Construcción del VSP

3.2.3. Funcionamiento.

Al modificarse el paso de las palas y su excentricidad se consigue que la fuerza de empuje resultante actúe en cualquier dirección que se desee, de esta manera, manteniendo el giro del rotor en el mismo sentido y a velocidad constante, se logra realizar el cambio de marcha de adelante a atrás o viceversa de manera muy rápida.

La forma en que trabaja cada pala es similar a como lo hace el remo cuando se boga, de esta forma las muñecas serían el mecanismo cinemático que varían en ángulo de ataque de la pala del remo, este funcionamiento es idóneo, ya que al poder utilizarse palas con una gran superficie de barrido trabajando a velocidades lentas, se consiguen muy altos rendimientos, pocas pérdidas y se evitan problemas de cavitación.

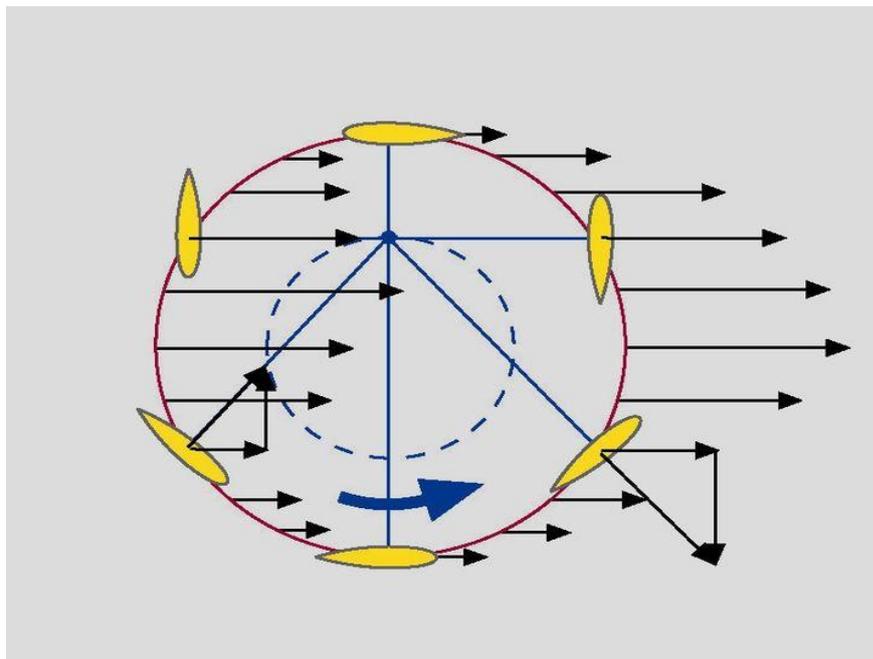


FIGURA 3.03. Fuerzas de empuje del VSP

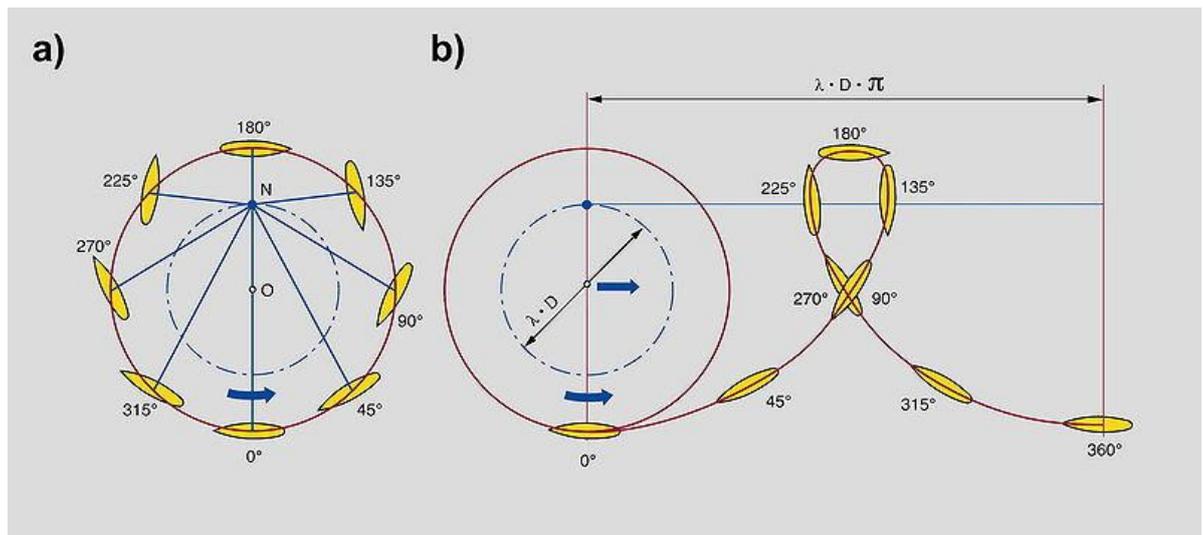


FIGURA 3.04. Recorrido de una pala

3.2.4. Dispositivo de ajuste de las palas

Modo de funcionamiento:

Para poder representar el modo de funcionamiento del dispositivo de ajuste de las palas, se tiene como base el siguiente estado de servicio del propulsor:

- El propulsor está en funcionamiento.
- El rotor (accionamiento) gira a la velocidad de servicio.
- La instalación de mando está ajustada a cero $N = O$, el propulsor no tiene efecto de empuje.

Influencia de una señal de mando (longitudinal o transversal) en el dispositivo de ajuste de las palas:

Al introducir el capitán una instrucción en la instalación de mando, esta señal es transmitida por el mando hacia el varillaje reductor del paso en el

propulsor. Por consiguiente, el dispositivo de ajuste de las palas se ajusta de la siguiente manera:

- El varillaje reductor del paso desplaza las válvulas de mando de los servomotores fuera del punto cero y libera aceite para el lado de émbolos. De tal forma, el servomotor se desplaza hacia el punto de mando preseleccionado.
- La palanca de mando sigue a los ajustes de los servomotores y también será desplazado del punto cero hacia “N”.
- El varillaje de accionamiento de las palas está alojado en la esfera inferior de la palanca de mando.

Así, cada uno de los varillajes es girado una vez hacia el exterior y otra hacia el interior.

Todas las palas están acopladas con el varillaje de accionamiento de las palas y acompañan al movimiento de vaivén. Las palas producen un empuje.

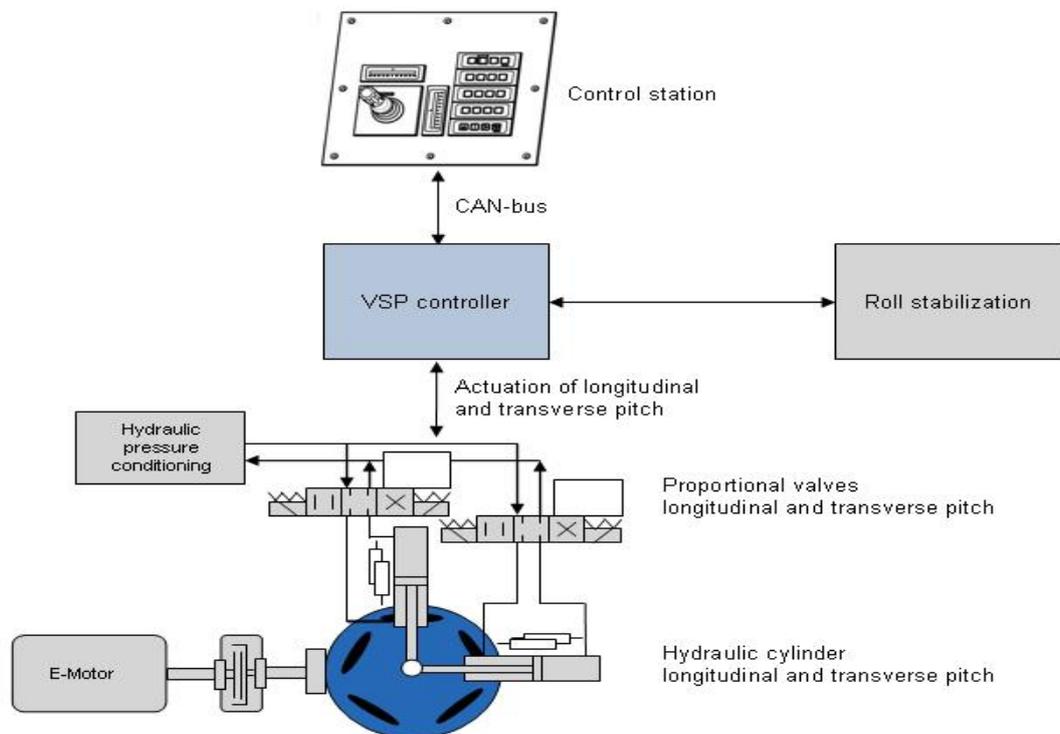


FIGURA 3.05. Esquema de control del sistema VSP

3.2.5. Palas y soporte de palas

El propulsor Voith-Schneider está equipado generalmente con 5 palas, que están apoyadas verticalmente en el rotor. La parte de la pala que sobresale del cuerpo de rueda y origina el empuje se denomina hoja de pala y la parte dentro del cuerpo de rueda se denomina vástago de pala. El vástago de pala y la hoja de pala están fabricados de una sola pieza con material resistente al agua de mar.

La pala está apoyada radialmente arriba en cojinetes de deslizamiento y abajo en rodamientos de rodillos.



FIGURA 3.06. Instalación de un VSP en un remolcador

La pala está guiada axialmente una vez en la superficie de rodadura del cojinete de deslizamiento en la tapa del cojinete de la pala y por otro lado en el casquillo del cojinete. Los puntos de apoyo están lubricados suficientemente por el aceite del cuerpo de rueda. 2 retenes están dispuestos de tal manera, que ni se escape aceite del cuerpo de rueda ni pueda penetrar agua de mar en el mismo.

El anillo contra suciedad delante de los retenes protege la junta contra impurezas gruesas y al mismo tiempo tiene un efecto amortiguador contra posibles golpes de mar.

La palanca de accionamiento está unida fijamente con el vástago de la pala y está acoplada con el varillaje de accionamiento de las palas.

4. REMOLCADORES SERTOSA CON BASE EN EL PUERTO DE A CORUÑA.

4.1. FOLTA DE REMOLCADORES

La flota de remolcadores con base en el puerto de La Coruña que cubren los servicios portuarios y pertenecen a la empresa Sertosa Norte son cuatro.

El remolcador convencional Sertosa 25, que es el cuarto remolcador y aquel en el que se encuentra la tripulación que está de retén en ese momento; el remolcador Sertosa 32, con sistema de propulsión Schottel, es el tercer remolcador y además cubre los servicios de la refinería del puerto; el remolcador Sertosa 26, segundo remolcador y gemelo del Sertosa 28. Éste es el remolcador principal de la flota esta el remolcador Sertosa 28 que es el primero en salir a prestar un servicio. Posee el sistema de propulsión de tipo Tractor Voith-Schneider que le confiere unas características de maniobrabilidad que lo hace especialmente indicado para remolque de grandes buques en pequeños espacios.

Se trata de un remolcador de máxima eficacia para efectuar las operaciones de remolque y maniobra, al tiempo que de una gran simplicidad, de manera que pueda atenderse con un mínimo personal.

Al igual que el Sertosa 32, también está contratado por la refinería Repsol del puerto de la Coruña y actualmente deben cumplir con los criterios de seguridad y calidad del Departamento de Vetting del Grupo Repsol.

4.2. REMOLCADOR *SERTOSA 28*

- Clase del buque: Remolcador
- Señal distintiva: EAIU
- Matrícula: CEUTA Lista 1º Folio 1/1996
- Propiedad de Servicios Auxiliares de Puerto S.A. con domicilio en CEUTA, calle de Paseo de la Marina Español, núm. 19.1º

- Clasificación inicial a efectos del Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar. Grupo III Clase T
- Máxima tripulación: 6 hombres
- Mínima tripulación: 3 hombres

4.2.1. Características principales

Casco:

- Material: Acero
- Manga: 11,00 m
- Eslora máxima: 29,50 m
- Eslora entre perpendiculares: 28,00 m
- Calado máximo: 4,5 m
- Puntal de trazado: 4.00 m
- Calado medio: 4.80 m
- Registro bruto: 331 G.T.
- Registro neto: 99 N.T.

Equipo propulsor:

- Clase y número Motor: Diesel , 2 motores
- Marca: Deutz SBV6M – 628
- Número de hélices: dos

- Potencia del equipo propulsor: 3.808 C.V.
- Potencia efectiva: 2x1400 KW
- Velocidad 12.3 nudos
- Combustible (clase y capacidad) gas-oil
- Tiro a punto fijo 50 ton (aprox.)



FIGURA 4.01. Remolcador Sertosa Veintiocho en el puerto de A Coruña

El buque va provisto de:

- Dos propulsores Voith-Schneider a proa.
- Un gancho de concepción moderna tipo *Seebeck*, con accionamiento hidráulico y manual desde el puente de gobierno.

- Un equipo de extinción de incendios con sistema de agua espuma, provisto de dos monitores.
- Una maquinilla hidráulica de remolque.

4.3. ZONAS DE SERVICIO DE LOS REMOLCADORES SERTOSA

Las zonas donde los remolcadores de la flota Sertosa actúan a la hora de realizar un servicio son cuatro.

1. La Zona I, es aquella que queda delimitada por la enfilación Punta Fiaiteira que se encuentra entre Santa Cristina y la Playa de Bastiagueiro, unida con la punta del dique de abrigo donde se encuentra la Torre de Control de tráfico Marítimo de la Coruña, y hasta tierra.
2. La Zona II, queda comprendida desde el límite exterior de la Zona I hasta la línea que une Punta Herminio con la enfilación de los Faros de Mera.
3. La Zona III va desde el límite exterior de la Zona II hasta el área limitada por la intersección de Punta Miranda, en Ares, con la Torre de Hércules.
4. Más allá de la Zona III se le conoce como Fuera de Límites.

Cuando el Remolcador Sertosa 28 acude a prestar un servicio, tiene dos puntos de encuentro en función del canal por el que navega el buque a asistir.

- En el caso de que el buque acceda por el Canal Oeste, el punto de encuentro será el punto de intersección correspondiente a la enfilación de los Faros de Mera con la Punta de San Pedro, punto que corresponde a las

coordenadas $43^{\circ}24,3'N$, $008^{\circ}26,1'W$. Este punto se encuentra en la zona de Fuera de Límites.

- En el caso de que el buque navegue por el Canal Este, Sertosa 28 tendrá que acudir a la Zona III en la intersección de la enfilación de Punta Fiaiteira con Punta Miranda, que corresponde a las coordenadas $43^{\circ}25,2'N$, $008^{\circ}22,0'W$.

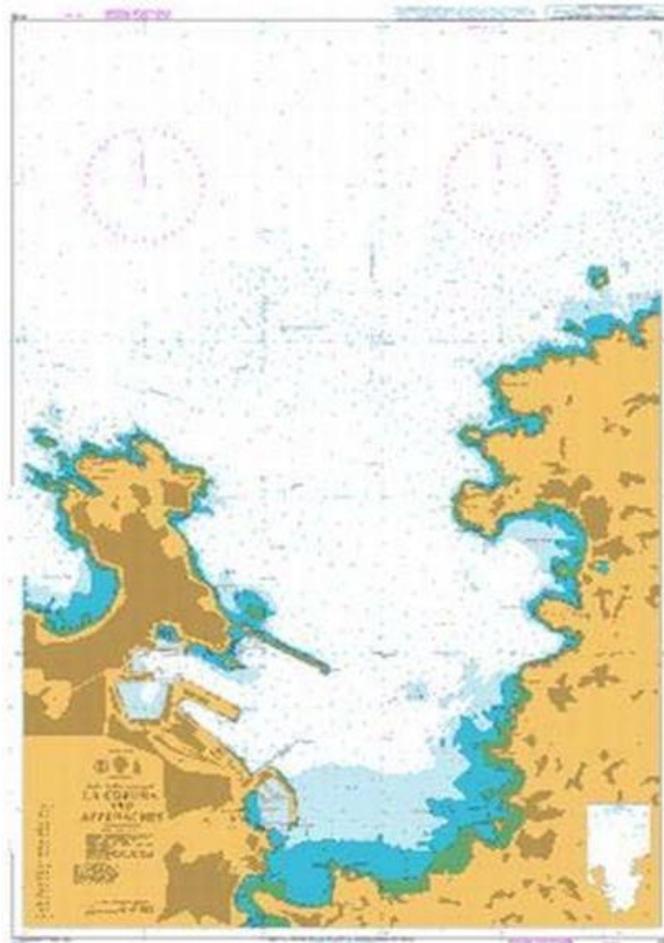


FIGURA 4.02. Carta de A Coruña

4.4. PRESTACIÓN DEL SERVICIO (PROCEDIMIENTO)

4.4.1. Operaciones

La actividad fundamental del remolcador consiste en la prestación de servicios de remolque en los puertos de A Coruña, San Ciprián y Ferrol. También puede desarrollar servicios de salvamento y contraincendios, y otros servicios de más largo alcance que pueden ser contratados con los clientes.

El proceso, con las actividades a desarrollar, se inicia con la recepción de la solicitud de servicio, utilizando los medios materiales y humanos necesarios, que se desplazan al punto donde van a prestar el servicio solicitado, que una vez finalizado se documenta con los comprobantes oportunos para su posterior facturación.



FIGURA 4.03. Maniobra de desatraque de un submarino

4.4.1.1. Servicio de remolque en puerto

-El patrón del remolcador recibe el aviso de iniciar un servicio, de la oficina de Prácticos, que les indica los datos del buque: nombre, tipo, muelle, zona de servicio, etc.

-El remolcador sale a prestar servicio con la tripulación completa que ese día tenga asignada, de acuerdo al programa de trabajo que se establece para todo el año.

-El patrón del remolcador mantendrá contacto permanente con el buque al que se da servicio y seguirá sus instrucciones durante toda la maniobra.

-Cuando varios remolcadores participan en un servicio a un mismo buque, todos ellos reciben las instrucciones del buque, que es quien coordina las maniobras de todos los remolcadores.

-Para dar remolques, se utiliza el cable o estacha de remolque del propio remolcador o bien las estachas del buque al que se le da servicio. La correcta fijación del cable o estacha al remolcador es responsabilidad del patrón del remolcador, así como el control de su tensión y tiro durante el servicio, de forma que se asegure la eficiencia y seguridad de cada maniobra.

-Maniobras básicas del servicio:

- Acompañamiento: el buque se desplaza con su propia propulsión y el remolcador le acompaña, sin enganche alguno o enganchado a él, en la situación indicada por el buque y en *stand-by* para efectuar tiro, retención o empuje según requiera éste.
- Tiro: el remolcador tira del buque en el sentido de la marcha o de forma lateral para variar su rumbo.
- Retención: el remolcador tira del buque en el sentido contrario a la marcha o lateralmente con objeto de frenar su movimiento.

- Empuje: el remolcador apoya su proa en la zona del buque que le indiquen desde éste y lo empuja en la dirección requerida, actividad que se realiza normalmente durante las maniobras de atraque o reviro.

-Durante las maniobras y dependiendo del tipo de propulsión que tenga el remolcador, éste puede realizar el tiro marcha adelante o atrás, según decida el patrón en cada caso. El tiro avanzado de costado, que es posible efectuar con propulsión Voith, no es aconsejable por razones de estabilidad del remolcador y disposición del gancho de remolque.

-El remolcador finaliza el servicio cuando el buque se lo indique.

4.4.1.2. Servicio de remolque de altura

-Previamente al inicio del servicio, el patrón del remolcador, revisa las siguientes cuestiones:

- Existencia a bordo de los certificados del remolcador requeridos en el contrato. Al menos estarán los exigidos por la Administración y Sociedad de Clasificación, así como el permiso o certificado de remolque.
- Disposición del remolque en el remolcador y en el buque remolcado, en el caso de remolque entre puertos, según lo establecido en el estudio de remolque. En el resto de los casos se llevarán a cabo las disposiciones que indiquen de mutuo acuerdo el Patrón del remolcador y el Capitán del buque remolcado (si existe), de acuerdo con su experiencia.
- Existencia de cartas y publicaciones náuticas, debidamente corregidas, necesarias para el viaje previsto. Confección del plan de viaje cuando se lleve a cabo un remolque de puerto a puerto.

- Verificar el correcto aprovisionamiento y pertrechado del remolcador en cuanto a víveres, combustible, consumos, etc., en función del tipo y duración del servicio y de la zona de navegación.
- Estado de los equipos y sistemas de seguridad, salvamento, comunicaciones del remolcador. Cualquier deficiencia detectada es subsanada antes del inicio del servicio.

-El Inspector de la flota asigna la tripulación en número y rango para el servicio previsto, en base a los requerimientos de tripulación mínima y a las necesidades de la navegación, guardias, etc., que el servicio en cuestión requiera.

-Durante la prestación del servicio, el patrón del remolcador es el responsable de su ejecución, conforme a la reglamentación nacional e internacional vigente en cuanto a navegación, comunicaciones, etc., aplicables a un remolque.

- El cable a utilizar durante el servicio de remolque de altura es, en general, el del propio remolcador. Su longitud y catenaria son decididas por el patrón del remolcador en función del comportamiento del buque remolcado, las condiciones de mar y viento, la situación del tráfico y/o cualquier otra circunstancia, de acuerdo con su experiencia. Lo mismo se aplica a la velocidad de remolque.

-Se mantiene una vigilancia constante tanto del cable de remolque como del buque remolcador y su señalización (en este caso, el buque no va tripulado). El personal de guardia sigue estrictamente las ordenes permanentes del patrón en cuanto a avisarle (si no está en el puente) en los casos que el haya establecido.

-Para minimizar el desgaste del cable de remolque contra zonas de roce del remolcador, se varía ligeramente la longitud del cable de remolque a intervalos cortos (según instrucciones del patrón), al objeto de que el cable no roce siempre en el mismo punto.

-En casos de emergencia, es responsabilidad del patrón tomar las decisiones que correspondan (largar el remolque, subir a bordo del buque remolcado, requerir ayuda, etc.) con la colaboración y apoyo de la compañía, que debe ser contactada en lo posible en estas condiciones.



FIGURA 4.04. Sertosa 28 saliendo al encuentro de un petrolero

4.4.1.3. Servicio contra incendios

Para este servicio el remolcador dispone de los medios necesarios, instalaciones de espuma y agua, líquidos para producirla, cañones para su lanzamiento, etc. En concreto el Sertosa 28, posee dos cañones de agua de 1500 m³/h, y otro de 1200 m³/h de espuma acoplado a uno de ellos.

4.4.1.4. Servicios antipolución

Este servicio requiere la dotación de medios propios o de puerto, como pueden ser: dispersantes, medios de aspiración, etc., que en cada caso y en

función de la necesidad, será preciso incluir en el remolcador para llevar a cabo el servicio.

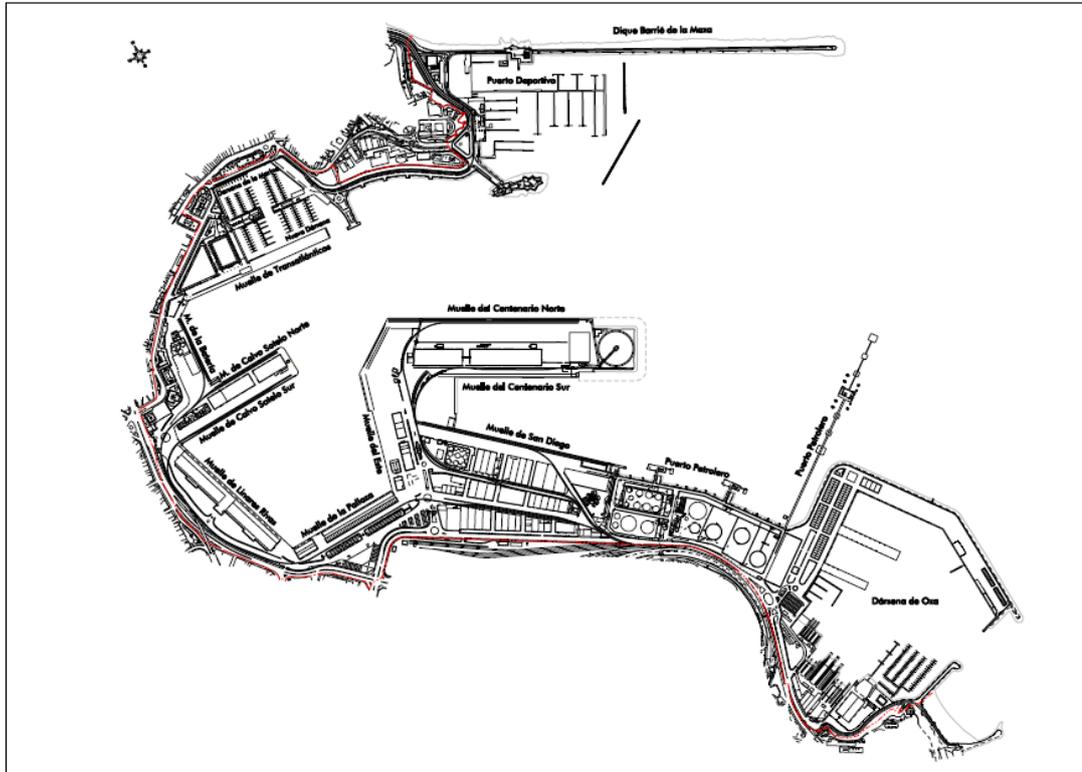


FIGURA 4.05. Plano del puerto de A Coruña

4.5. CONTROL DE LAS PRESTACIONES DE SERVICIOS

4.5.1. Prestación de servicios en puerto

Para el control de todo el proceso, se llevan a cabo las actividades que se describen a continuación.

Una vez recibida la solicitud de servicio, se da de alta mediante la cumplimentación del anexo II, "parte de servicio", que lleva a cabo el patrón. Los datos a cumplimentar son:

- Tipo de servicio: maniobra (atraque, desatraque o movimiento)
- Consignatario
- Datos del buque: nombre, tonelaje (GT), bandera, clase, etc., estos datos se pueden modificar posteriormente, si fuera necesario por error u otra causa.
- Fecha y hora del servicio
- Patrón que recibe la solicitud
- Número del servicio prestado, como comprobante interno que figurará posteriormente en la factura.

Una vez recibido el aviso se inicia el servicio.

El servicio se desarrolla con el buque asignado, dotado de la tripulación precisa, enrolada en la forma que la normativa exige.

Todo buque va tripulado por:

-Patrón, cuya titulación oficial es patrón mayor de cabotaje (para barcos grandes) o patrón de cabotaje (para barcos pequeños), que dirige y/o realiza la navegación, es el máximo responsable del buque y tiene autoridad sobre todo el personal de a bordo.

-Maquinista, cuya titulación oficial es “Mecánico Naval Mayor” (para buques grandes) o “Mecánico Naval” (para buques pequeños) o Maquinista de 2ª (o superior), que maneja toda la maquinaria, propulsión, maniobra, etc., es el responsable del funcionamiento de la misma y recibe órdenes del patrón.

-Marinero, con certificado oficial de “Marinero de Puente/Máquinas”, que realiza todas las maniobras del servicio (atraque, desatraque, remolque, etc.,) y recibe las órdenes del patrón.

Todo el personal de la tripulación esta “enrolado” en los remolcadores, con el preciso trámite en la Capitanía del puerto, que requiere de cada tripulante el tener al día la “titulación mínima necesaria” y la “libreta de navegación”.

Los buques tienen el despacho oficial para “tráfico interior” que se renueva periódicamente. En caso de salida fuera de puerto, es requerido un despacho de certificado para “altura”.

Una vez realizado el servicio se completan en el “Parte de servicio”, los datos para aplicación de las tarifas, tales como son:

- Servicio Nocturno, Festivo, Uso de cabos de remolque, Sin gobierno, Servicio cancelado y cualquier otro dato no incluido en los anteriores que pueda afectar a la aplicación de las tarifas, y que haya sido ejecutado en el servicio.
- Fecha y hora de inicio y terminación.
- Zona de servicio (1^a, 2^a o 3^a), o escolta.

Se pueden indicar también en el “Parte de servicio”: Observaciones, Notas aclaratorias, etc.

El capitán del buque al que se ha prestado servicio, cumplimenta y firma el “Certificado de remolque”, como documento de aceptación del servicio, de acuerdo con el contrato. Dicho certificado se envía al consignatario junto con la factura para el cobro de dicho servicio, no quedando copia del mismo en la oficina central.

Todos los servicios realizados se registran en el “Libro de servicios”, en el que se indican los datos siguientes: buque, Clase servicio y Horario. Dicho libreo se mantiene en cada remolcador hasta que se completan todas sus páginas, en cuyo caso se archiva en la oficina central.

4.6. RESPONSABILIDADES

El Inspector de flota es responsable de:

- controlar el cumplimiento preciso de las instrucciones sobre la prestación de servicio
- asignar los recursos materiales y humanos necesarios y convenientes, para llevar a cabo la prestación de servicio, cumpliendo los requerimientos del cliente y las normas contenidas en el contrato, si es el caso.

El Responsable del Mantenimiento es el Inspector de Flota, que realiza los programas indicados, emite y transmite las órdenes de trabajo y supervisa su correcta realización en tiempo y forma. Así mismo es también responsable del archivo de la documentación generada.

El Patrón del Remolcador, es el responsable de llevar a cabo el servicio contratado, siguiendo las instrucciones recibidas del Inspector de flota, y bajo la dirección del Capitán de buque al que se le realice el servicio.

El maquinista o mecánico del buque es el responsable del adecuado funcionamiento de toda la maquinaria del buque durante el servicio.

El Responsable del Departamento de Administración se encarga de la facturación y cobro de los servicios, partiendo de los datos contenidos en el Parte de Servicio y el Certificado de Remolque.

El Responsable de Calidad es responsable de asegurar el cumplimiento de lo mencionado en este capítulo mediante auditorías internas y comprobaciones periódicas.



FIGURA 4.06. Reviro de un buque petrolero

5. CONCLUSIONES

5. CONCLUSIONES

La principal conclusión que se puede extraer de este trabajo, es que los remolcadores que trabajen en el remolque portuario deben tener una maniobrabilidad muy amplia, potencia suficiente, estabilidad y la seguridad necesarias para hacer frente a las diversas condiciones que se pueda encontrar en su tarea. Con todo ello los remolcadores que montan el propulsor Voith-Schneider son los idóneos para tal fin, pudiendo conjugarse con otro tipo de remolcadores. Pero, por así decirlo, los VSP son lo que llevan la batuta en las operaciones portuarias.

Cada día, este tipo de remolcadores son más solicitados en todos los puertos del mundo. También este sistema montado en otro tipo de buques como los sísmicos, de prospecciones geológicas, etc., están siendo muy demandados por todas las ventajas que se han apuntado a lo largo de los puntos anteriores.

En resumidas cuentas, los factores a favor que tiene el sistema Voith-Schneider sobre otro tipo de propulsión en remolcadores son muy favorables. Además, he tenido la suerte de poder maniobrar con este tipo de remolcadores y efectivamente, después de un período de adaptación al sistema, son excepcionalmente maniobrables y potentes todas las direcciones de tiro/empuje.

6. BIBLIOGRAFÍA

6. BIBLIOGRAFÍA

Bonilla de la Corte, A. (1979). *Teoría del buque*. Vigo: Librería San José.

Delgado Lamelland, L. (2005). *De proa a popa*. Madrid: Thomson.

Iglesias Baniela, S. (2007). *Apuntes maniobra*. A Coruña.

Brown, R. Allen (1988); *Lymington: The Sound of Success*, Allan T Condie Publications

Voith-Schneider Manual (Sertosa 28)

Voith-Schneider Propeller (2013)

Consultada en agosto de 2013, en <http://www.voith.com/en/products-services/power-transmission/voith-schneider-propeller-10002.html>

The Pilot (online edition)

Consultada en septiembre de 2013, en <http://www.pilotmag.co.uk/2013/02/24/whither-towage-john-clandillon-baker/>

Propulsor Voith-Schneider Propeller

Consultada en agosto de 2013, en <http://propulsionvoithschneider.blogspot.com.es/>

Popular Mechanics

Consultada en septiembre de 2013, en <http://www.popularmechanics.com/technology/engineering/extreme-machines/4346840>

Professional Mariner

Consultada en septiembre de 2013, en <http://www.professionalmariner.com/Tugboats/>

Autoridad Portuaria de A Coruña

Consultada en septiembre de 2013, en <http://www.puertocoruna.com/>