

XXII COPINAVAL 2011

CONGRESO PANAMERICANO DE INGENIERÍA NAVAL, TRANSPORTE  
MARÍTIMO E INGENIERÍA PORTUARIA



**FACULTAD  
DE INGENIERIA**  
Universidad de Buenos Aires



DEPARTAMENTO DE INGENIERIA NAVAL UBA

ANTEPROYECTO PARA REMOLCADOR DE RADA Y PUERTO  
PARA LA ARMADA ARGENTINA

S. Vodánovich

(FIUBA – [santiavo@gmail.com](mailto:santiavo@gmail.com))

G. M. Kina

(FIUBA – [gabrielkina@gmail.com](mailto:gabrielkina@gmail.com))

Ing. A. Cabrera

(ARA – [anibalcabrer@gmail.com](mailto:anibalcabrer@gmail.com))

## 1. Resumen

Dentro del marco del convenio de colaboración mutua entre la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires y el Ministerio de Defensa, se realizó un convenio con la Armada Argentina, para la realización de un anteproyecto (o diseño preliminar) de remolcadores.

El requerimiento de la Armada es para reemplazar los seis viejos remolcadores tipo YTL 443, 444 y 445 que desde hace más de 40 años operan en la Base Naval Puerto Belgrano, Base Naval Mar del Plata y Escuela Naval Militar.

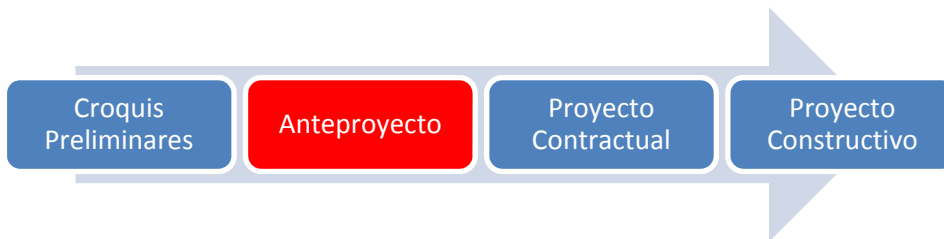


El anteproyecto fue llevado a cabo por dos alumnos de la facultad, con apoyo de personal técnico de la Armada Argentina, conformado por los desarrollos teóricos que abarcan cálculos de arquitectura naval, confección de planos constructivos, arreglos generales y diagramáticos de sistemas junto con las memorias de cálculo e informes técnicos que los sustentan.

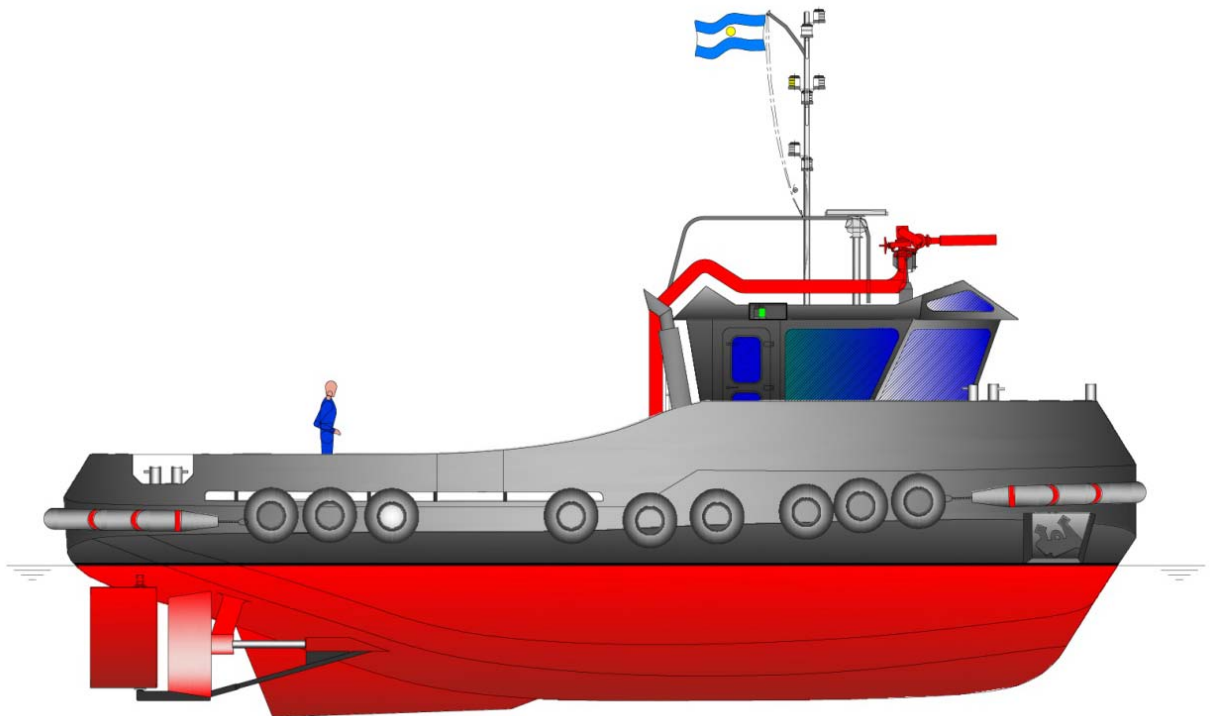
El resultado es un remolcador que brinda asistencia a buques de bajo porte en radas y puertos, de 15 metros de eslora y 6 metros de manga, con capacidad de lucha contra incendio exterior y tiro a la bita de 7,5 toneladas. Posee dos motores propulsores diesel marinos de 350 HP con hélice de paso fijo en tobera. La cubierta se encuentra reforzada para  $3,6 \text{ t/m}^2$  y la capacidad de los tanques de combustible es  $13,4 \text{ m}^3$

## 2. Objetivo




El desarrollo del trabajo tiene como objetivo el diseño, realización de cálculos y generación de documentos culminando con la confección de una especificación técnica que posibilite a distintos astilleros la cotización de la embarcación. Dentro de una categorización formal propuesta por el consejo profesional, este trabajo estaría enmarcado en la etapa de “Anteproyecto” del buque. Considerando que desde la concepción de la idea del buque hasta su puesta a flote las distintas etapas de proyecto son las siguientes



## 3. La embarcación



**General:**

Diseño:	FIUBA
Funciones principales secundarias	Operaciones de remolque y empuje en puerto Asistencia a zonas costeras, lucha contra incendio
Clasificación	XXX  , Towing Vessel, QR, BP(7,5),  ,  AMS
Tripulación	4 (Patrón, Maquinista y 2 marineros)
Construcción	Acero
Clara de cuaderna	500 mm

**Dimensiones principales:**

Eslora total	16,16m
Manga moldeada	6,00m
Puntal al costado	2,88m
Calado a línea base	2,00m
Desplazamiento	100t

**Capacidades de tanques:**

Combustible	13,40m <sup>3</sup>
Agua dulce	4m <sup>3</sup>
Aguas oleosas	1,8m <sup>3</sup>
Aguas servidas	1,8m <sup>3</sup>
Lastre en proa	7,5m <sup>3</sup>

**Desempeño:**

Tiro a la bita	7,5t
Velocidad libre	9kt

**Sistema propulsivo:**

Motores principales	2x 350HP
Caja reductora	5:1
Hélices	2x Kaplan Ka-4.70, Paso Fijo, $\phi$ 1300mm
Tobera	2x 19A
Timones	2 de placa
Maquina de timón	Hidráulico Principal: non follow up Auxiliar: follow up

**Equipamiento Auxiliar:**

Motogenerador	21,5kW
Bomba de achique lastre incendio	15m <sup>3</sup> /h a 5bar
Sistema de combustible	2,5m <sup>3</sup> /h
Equipamiento de cubierta	
Anclas	2x 140kg
Cadena	2x 106m $\phi$ 12,5mm
Cabrestante	2x Eléctrico
Gancho de remolque	SWL 15t

#### **4. Requerimientos**

Dado un proceso de aproximaciones sucesivas este trabajo comprende el desarrollo del anteproyecto partiendo de un proyecto básico dado por la Armada.

El diseño responde a las premisas requeridas por la Armada entre las que pueden contarse:

- Operaciones de empuje y remolque en puerto
- Asistencia en zonas costeras y asistencia en lucha contra incendio, con lo cual deberá poder soportar carga en cubierta
- Bajo costo constructivo y operativo con lo cual toda la embarcación será construida en acero
- Habitabilidad suficiente y necesaria para navegación en rada y puerto, sin posibilidad de alojamiento del personal
- El proyecto está destinado al reemplazo de unidades existentes
- Poseerá capacidad de trasvase de combustible a otros buques
- El armador también especifica rangos de dimensiones principales, capacidades de tanques y potencias a instalar

#### **5. Proyecto Básico**

En la etapa de proyecto básico se propuso un esquema preliminar de arreglo. El mismo cuenta con casillaje de doble altura. La propuesta inicial de disposición de tanques ubica a los tanques de carga de combustible en los costados de sala de máquinas. Posee una planta propulsora compuesta por dos líneas de eje con un motor propulsor en cada una. La potencia de estos preliminarmente se encuentra en el orden de los 350 HP. Se cuenta con un plano de líneas, un arreglo estructural de secciones típicas y un corte longitudinal, luego de un desarrollo de diseño estructural más completo se ha afinado y verificado con la clase.

#### **6. Cálculos de arquitectura naval**

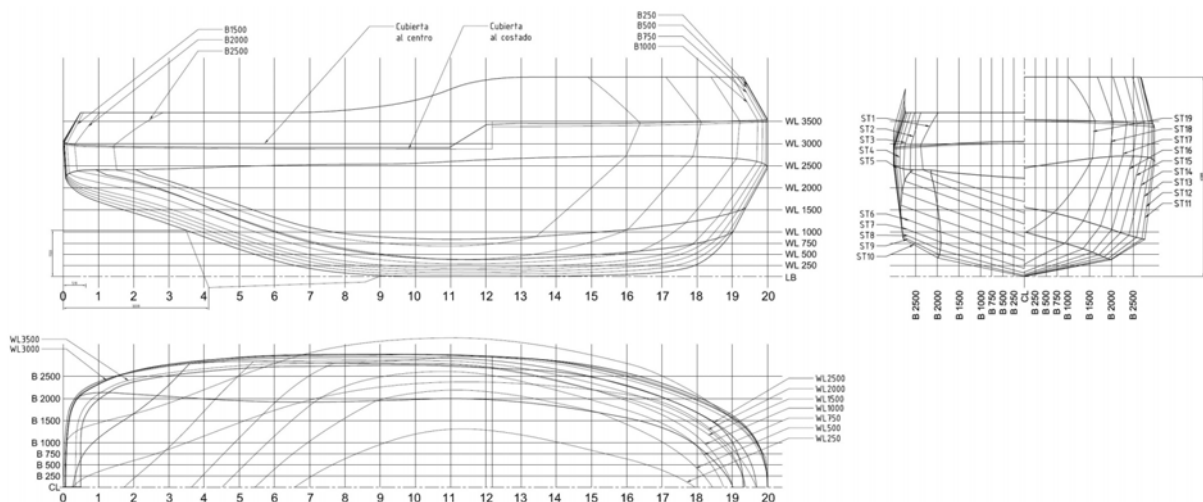
Se efectúa un análisis estadístico de buques similares teniendo en cuenta eslora, capacidad de tiro y potencia de máquinas. También se efectúa por

medio de fórmulas particulares para buques remolcadores la estimación de parámetros de atributos de carena.

## 6.1. *Plano de líneas*

La carena se encuentra conformada por superficies de simple curvatura lo cual facilita y economiza la construcción. Las tracas que componen la carena son fondo, pantoque, costado y cinta. Ésta última ha sido agregada respecto de la propuesta original, para optimizar la superficie de contacto cuando se encuentra acoderado a otro buque.

Las formas de popa procuran un ángulo que favorecen el flujo hacia las hélices cuando opera en reversa. A la zona de proa se le ha incrementado el radio también para favorecer la superficie de apoyo cuando se encuentra empujando.



Con el plano de líneas definido, los atributos de carena se obtienen mediante Maxsurf, el mismo luego es usado para obtener los parámetros de estabilidad a cumplimentar por distintas regulaciones.

## 6.2. *Estabilidad*

Uno de los aspectos más importantes a tener en cuenta en el diseño de remolcadores es la estabilidad. Se comienza efectuando un cálculo de pesos detallado elemento por elemento a un nivel de anteproyecto para la estimación del peso de buque vacío y del alistamiento. La ubicación y cantidad de lastre fijo quedan sujetas a los criterios de estabilidad. Se efectúa un primer cálculo para cumplir el criterio de estabilidad de la Prefectura Naval Argentina (PNA)

para navegación en aguas protegidas. La misma establece una altura metacéntrica GM mínima de 900 mm y un ángulo de inundación no menor a 10°. Cumplido esto se verifica el criterio de estabilidad para remolcadores de PNA el cual establece un equilibrio entre momentos escorantes y adrizantes, debiendo estar por debajo del ángulo de inundación. También se verifica el American Bureau of Shipping (ABS) el cual se rige por parámetros energéticos. Por último se verifica el criterio meteorológico de la PNA asumiendo una carga en cubierta de 10 toneladas y considerando una cierta área vélica.

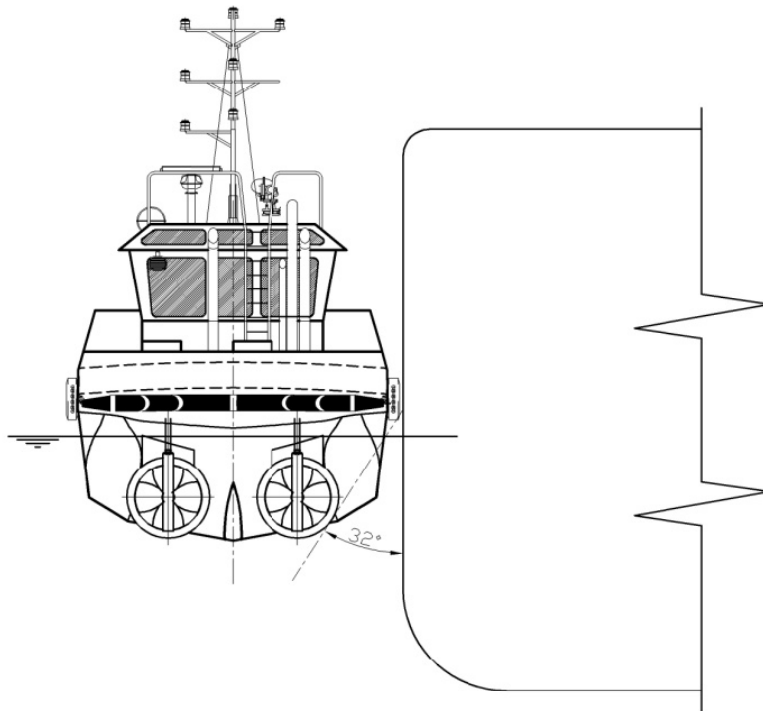
En la estabilidad transversal de remolcadores juega un papel importante por el plano deriva el cual es afectado por el coeficiente de block, a mayor coeficiente de block, mismo desplazamiento y misma manga, se tiene menor área del plano deriva y por lo tanto menor momento escorante cuando la línea de tiro se encuentra transversal al buque. En fórmulas de diseño de remolcadores el coeficiente de block influye de manera inversa en el GM mínimo requerido. En el caso de este buque, el Cb de proyecto es de 0,52.

### **6.3. Propulsión**

La doble línea de eje y si corta eslora dota al buque de una gran capacidad para realizar maniobras en puerto y espacios reducidos. Por otro lado, al poseer dos hélices, el diámetro de estas no necesita ser de gran magnitud, pudiendo ubicarse ambas con menor restricción en la zona de popa. Otra de las razones de la doble línea de eje es la posibilidad de operar la bomba de lucha contra incendio externo acoplada a un motor mientras se tiene propulsión con el otro.

Las hélices serán de paso fijo, siguiendo el criterio de que sea una embarcación de construcción económica. Son hélices Kaplan de 4 palas en toberas de serie 19A. Las mismas dotan a las hélices de gran empuje a bajas velocidades de avance. Se ha verificado la performance de la hélice para tiro a punto fijo, velocidad de remolque y velocidad libre.

Se estudia la disposición de las toberas respecto al costado del buque cuando se encuentra acoderado a una embarcación de mayor calado es el adecuado en caso de rolido evitando el contacto.



#### **6.4. Gobierno**

A popa de la tobera se encuentra la pala de timón, quienes poseen una relación de 5,5% respecto del área del plano de deriva. Estos serán timones de placa, atendiendo al criterio de bajo costo, si bien existen configuraciones para mejorar el perfil hidrodinámico, la maniobrabilidad pretendida se encuentra lograda con la doble línea de eje.

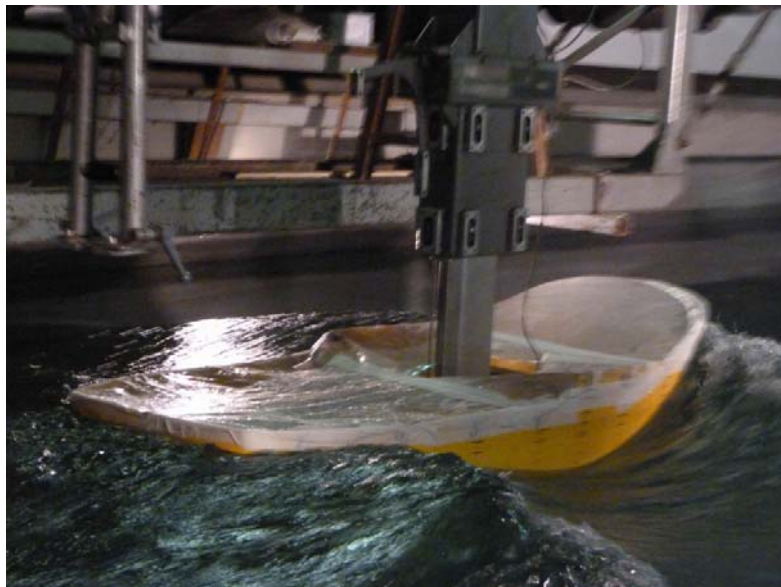
#### **6.5. Ensayos en canal hidrodinámico**

Al mismo tiempo se efectúan los ensayos de canal para verificar cualitativamente el comportamiento del buque a distintas velocidades. Se observó en base a distintas formas de ola un francobordo aceptable evitando el embarque de la ola de proa cuando se acerca a la velocidad máxima.

En cuanto a la cubierta, esta poseerá boleo estándar. Por cuestiones de economía de construcción, no poseerá arrufo, la altura del la cubierta de proa es mayor que la de popa ubicándose un escalonamiento de 500 mm en la sección maestra. En cuanto al francobordo en popa, las recomendaciones es que éstas sean del 10% de la manga, pero en este buque, esta queda determinado por el puntal y el calado restringido, ambos requeridos. Esto juega

un rol importante en la estabilidad ya que el puntal gobierna el centro de gravedad.

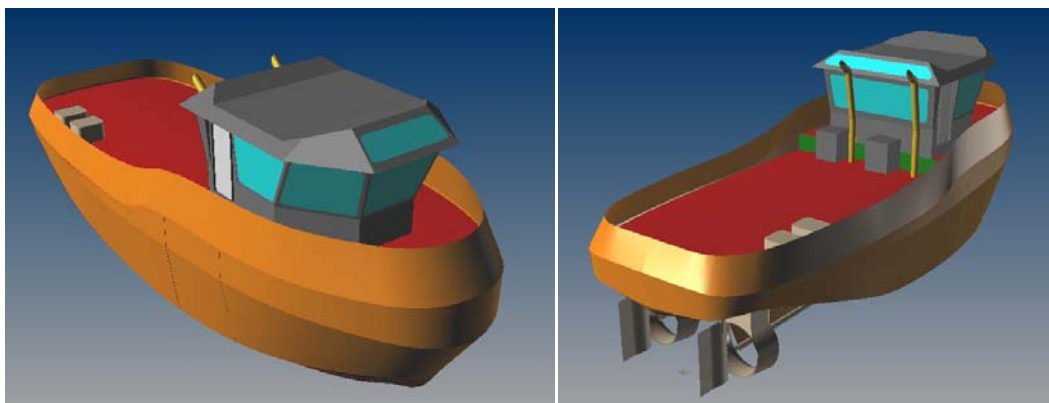
Gracias a estos ensayos, surgieron recomendaciones de reubicar las tomas de mar o aumentar el diámetro del venteo de la toma de mar, dada la cercanía de estas al seno de la ola, permitiendo el correcto ingreso de agua de mar.



## **7. Arreglo General**

### **7.1. Cielo de Timonera**

Sobre la cubierta de timonera se encuentran el monitor de lucha contra incendio externo, el proyector de búsqueda, la antena de radar, la balsa salvavidas y el mástil soporte de luces de navegación y antenas. Para el acceso a la misma se dispone de una escalera para acceso desde la cubierta principal, una vez arriba, se encuentran barandillas de seguridad perimetral.



## **7.2. Timonera**

En la timonera se aprecia la consola de navegación junto con la rueda de cabilla y el asiento del timonel. En la consola irán todos los equipos de mando y gobierno, además de los aparatos radiales y de comunicaciones. A la izquierda de esta se encuentra el mando de la luz de búsqueda. En el centro de la timonera se encuentra la mesa de navegación, y a los laterales un sillón y la escalera que da acceso a la camareta. Esta escalera posee una puerta estanca al humo, de manera de aislar un puesto de control del alojamiento en caso de incendio. A pedido del armador el acceso a la timonera es por ambas bandas abisagradas del lado de proa. Se ha dispuesto de una gran área vidriada maximizando el campo visual, garantizando tanto campo de 360° en la horizontal como un cierto ángulo en la vertical para operación con buques de gran puntal. La climatización es por medio de fun-coil.

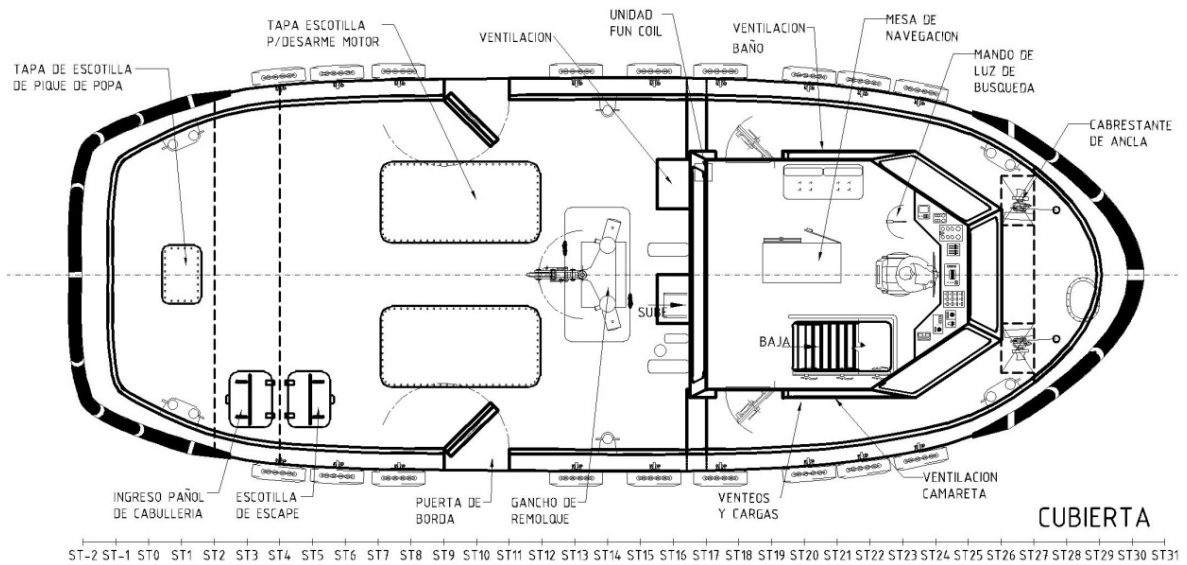
## **7.3. Cubierta de trabajo**

En la cubierta de trabajo se puede observar las tapas de escotilla para desarme e ingreso de componentes a sala de máquinas, la tapa de escotilla enrasada de pique de popa, la escotilla del pañol de cabuyería y escotilla de escape de sala de máquina. Se ubican una puerta de acceso a cada banda sobre la borda para facilitar el cargamento. Se instala una bita H a popa del casillaje, a la cual se vincula el gancho de remolque.

La altura de la borda en popa es la mínima posible para evitar roce con la estacha en operaciones de remolque. En proa la misma posee una altura de un metro, cumpliendo con la sociedad de clasificación. El área de las portas de desagüe para el escurrimiento de agua embarcada en popa es superior a los mínimos requeridos. Se diseña la borda con un ángulo de 10° hacia crujía para disminuir posibilidades de contacto cuando se encuentra acoderado a otro buque en situaciones de mar gruesa.

Contiguo al casillaje, a popa se encuentran la cañería de agua para lucha contra incendio exterior, las tuberías de gases de escape debidamente protegidas para el tripulante y la ventilación de sala de máquina.

En la cubierta de proa, encontrándose la misma elevada 500 mm respecto de la de popa, se instalan cabrestantes de anclas a cada banda y el acceso al pique de proa.



#### 7.4. Camareta

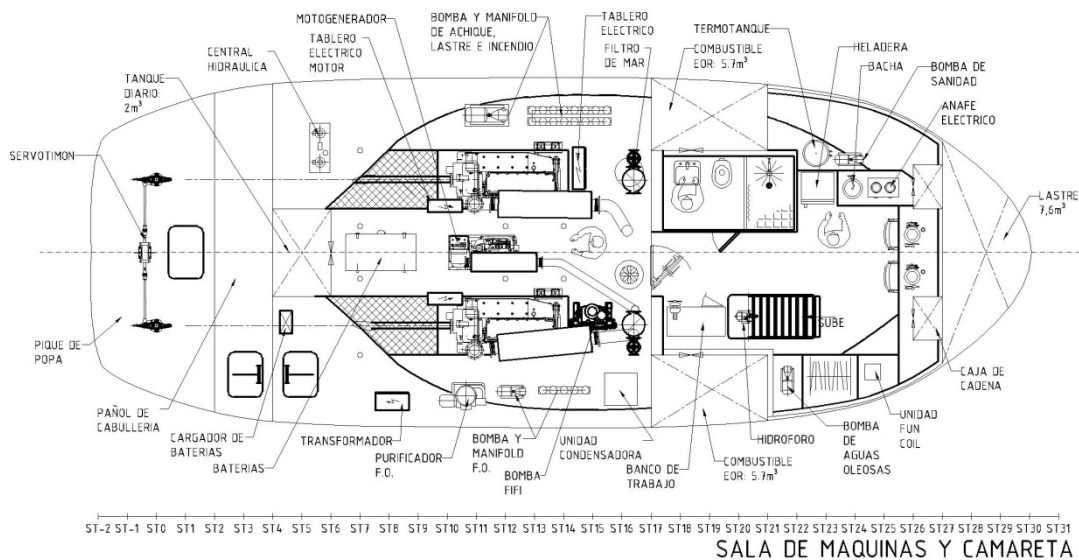
Bajo la cubierta principal y a popa del pique de proa se encuentra la zona de descanso. A pedido del armador, la diagramación de la camareta se basa en una habitabilidad mínima y suficiente acorde al tipo de navegación. Esta posee un sanitario de 1,4 x 2,3 m completo. Contra el mamparo del pique de proa se encuentra una mesada con capacidad para dos comensales. Como mobiliario de cocina se encuentran instalados una heladera, un anafe eléctrico y una bacha con servicios de agua fría y caliente. El sistema de climatización está comprendido por una unidad fun-coil para frío, mientras que para la calefacción se dispone de radiadores de agua caliente proveniente del sistema de refrigeración de los motores. En el sanitario se cuenta con ventilación forzada. Se dispone de un guardarropa con opción para un sistema de secado. A popa de la escalera se encuentra el hidróforo y un banco de trabajo.

#### 7.5. Sala de máquinas

En conjunto con el volumen necesario para la instalación de los componentes uno de los aspectos que determinó el diseño fue el requerimiento de que una persona pueda trabajar cómodamente de pie en sala de máquinas. La distancia transversal entre motores propulsores es del 40% de la manga,

aprovechándose el espacio entre los mismos para la ubicación del motogenerador. Por requerimiento se ha dispuesto que el sistema de gases de escape de los motores sean del tipo secos, con lo cual se han ubicado los silenciadores por encima de los motores dispuestos longitudinalmente.

Se ha ubicado el tanque diario a popa de la sala, contra el mamparo del pañol cabuyería, la altura del mismo hace que se encuentre separado de cubierta para evitar que absorba la temperatura exterior. Se deja como opcional la disposición vertical definitiva del mismo dependiendo de las recomendaciones del fabricante de los motores dado que en ciertos casos se recomienda que el nivel máximo de combustible quede por debajo de la culata.



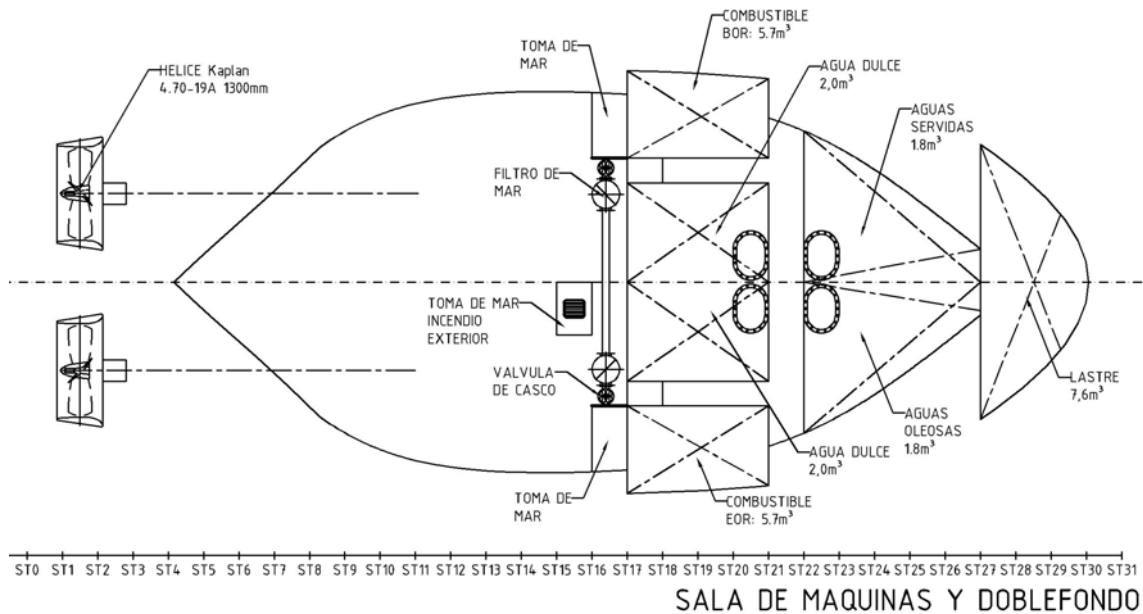
Se dispone de una escotilla de escape en la zona de popa lo más alejada posible de la puerta de entrada desde la camareta, ubicada hacia una banda para no interferir zona de trabajo en cubierta.

A popa de sala de máquinas se encuentra un pañol de cabuyería para estiba de amarras, estachas y otros equipamientos.

## 8. Tanques

La distribución de los tanques ha sido dispuesta de manera tal que el LCG siempre quede a popa del LCB asegurando que para cualquier condición de carga se tenga asiento positivo. Se ha logrado prescindir de la utilización del

pique de proa en cuanto a maniobras de llenado y vaciado para lograr los asientos deseados.



Por recomendación de la Armada se evita navegar con el pique de proa lleno dado que se teme que ante un contacto fuerte por proa el mamparo se dañe

## 9. Estructura

La estructura del buque es de tipo transversal, íntegramente de acero, con clara de cuaderna de 500 mm y escantillonada según reglamento ABS.

Entre la información recopilada se encuentran recomendaciones de aumento de escantillonado sobre los mínimos requeridos dados por las sociedades clasificadoras por ser remolcador dado que son insuficientes:

- Costado 50%
- Fondo 25%
- Cubierta 25%

Las bitas en cubierta poseen continuidad estructural con puntales que descargan sobre la estructura de fondo hacia sala de máquinas.

Dado el escaso espacio en sala de máquinas se aprovechan las esloras de cubierta para formar el ducto de distribución de la ventilación. Esta solución

trajo aparejado una mayor rigidez para la bita de tiro en cubierta, y la ubicación de dos tapas escotillas para desmonte de los motores.

## **10. Equipamiento especial**

### **10.1. Equipamiento de remolque**

El buque se encuentra concebido para trabajar tanto a la americana como a la europea. En el primer caso, para los trabajos de amarre se estudió la interacción entre ambos buques y para el segundo la estabilidad durante la maniobra de remolque.

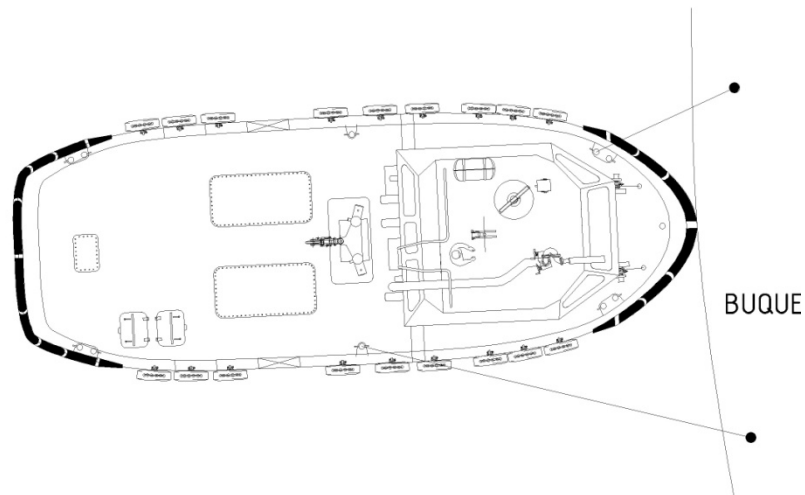
#### **Trabajo a la europea**

Para el tiro a la línea el buque posee como dispositivo de seguridad un gancho de remolque tipo disco de SWL 15 t para absorber la energía almacenada en la línea cuando ésta es liberada de manera súbita, ya sea intencional o accidentalmente. El punto de tiro se encuentra a 45% de la eslora de flotación, con la idea de tener un buen compromiso entre maniobrabilidad de la embarcación y seguridad en la estabilidad.

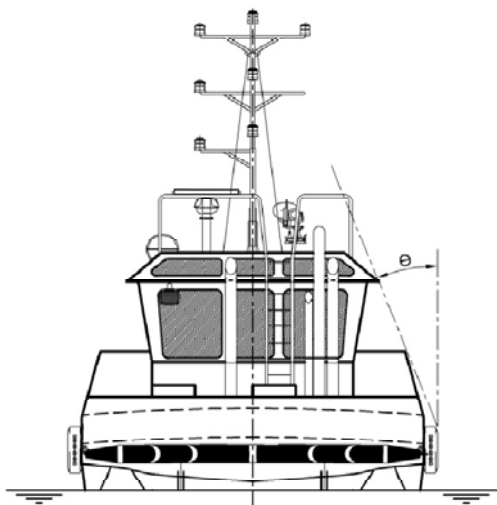
#### **Trabajo a la Americana**

Esta configuración de remolque es de gran conveniencia cuando los espacios son reducidos como es comúnmente en los puertos. Para esto el remolcador necesita tener su proa sujeta en corto al buque que asiste de tal manera que pueda efectuar sus acciones de empuje, aguante o aplicación de fuerza en el sentido que necesite, sin moverse de la posición asignada. Para esto, se tuvo en cuenta la ubicación de las bitas para el firme de trabajo. El diseño de la defensa de proa posee un gran área de contacto para una mejor distribución de cargas, pero dado que opera en rada y puerto en el diseño no se prevén olas considerables con lo cual no es necesario defensas con un diseño para situación de cabeceo.

La traca cinta se posee una defensa de con sección en D a, y encima de la misma se dispone de cubiertas automotrices para mayor protección de la defensa de goma extruida.



Teniendo en cuenta esta configuración de trabajo, se optó por un casillaje bajo dado el gran abanico en proa que poseen los buques militares. Así mismo para evitar el contacto entre el ancla y el buque asistido, la estiba del ancla se efectúa dentro de un bolsillo de manera de evitar salientes.



## **10.2. Equipamiento Lucha contra Incendio Exterior**

Dados los requerimientos del armador, el buque debe contar con un sistema que brinde asistencia en la lucha contra incendio exterior. En el proyecto se apuntó a cumplir con los valores de la clase FIF1 en la medida de lo razonable. Para cumplimiento de esta clase se requeriría una potencia aproximada de 700 kW. Usando la potencia máxima extraíble de la toma frontal de los propulsores, se obtiene el 70%, correspondiendo esto a 180 kW. En la relación de compromiso entre alcance y caudal se ha optado por cumplir el alcance requerido por clase con un solo monitor, dado que no se dispone de una cortina

de agua para protección del buque. Por la misma razón, el monitor se controlará desde el interior de la timonera. La bomba de incendio se encuentra acoplada al motor de estribor, quedando el motor de babor para maniobra del buque. La aspiración se efectúa desde una toma de mar con venteo dedicada a este sistema, ubicada lo más bajo posible para evitar la succión de combustibles en la superficie eventualmente derramados en el siniestro.

### **10.3. Transporte de carga sobre cubierta**

Otro de los requerimientos dado es la capacidad de transporte de carga en cubierta dado que se pretende que el buque brinde asistencia costera. Para esto a la cubierta de popa se la escantillonó para una carga distribuida de 3,6 t/m<sup>2</sup> y se verificó el cumplimiento del criterio meteorológico.

## **11. Sistemas del buque**

### **11.1. Sistema de combustible**

El sistema de combustible cuenta con dos tanques de 5,7 m<sup>3</sup> y un tanque diario de 2 m<sup>3</sup>. El sistema transferirá combustible desde los tanques principales al tanque diario pasando por una purificadora centrífuga previo ingreso a la bomba. En este sentido los motores también poseerán un filtro dúplex cada uno previo al circuito de inyección. El manifold de transferencia permite realizar las siguientes maniobras:

- Pasaje de combustible de los tanques principales al tanque diario
- Posibilidad de recirculación continua a través de la purificadora, para eventual carga de combustible de baja calidad
- Trasvase de combustible de los tanques principales
- Transferencia de combustible para asistencia a otro buque

Con el fin de evitar espuma en el combustible, la bomba será de desplazamiento positivo. Con el mismo fin se instalan difusores en las bocas de carga evitando el ingreso con chorro directo. Se posee una tubería de carga a cada banda, y los tanques se encuentran interconectados permitiendo el llenado de ambos tanques por cualquiera de las dos bandas.

El tanque diario alimenta mediante un manifold a los consumidores. También se puede alimentar a este manifold directo desde los tanques principales por medio de una válvula precintada.

### **11.2. Sistema agua dulce**

El buque posee dos tanques independientes de agua dulce los cuales tienen la posibilidad de llenarse por cualquiera de las bandas. Los venteos de los mismos poseerán una pantalla anti-insectos. La distribución se efectúa por medio de un hidróforo del cual deriva a un termotanque o a la red de agua fría. Aguas abajo del hidróforo la distribución se efectúa mediante tuberías de plástico con alma de aluminio. Los servicios a abastecer son: bacha de cocina, lavatorio, ducha, inodoro, limpiaparabrisa y baldeo de cubierta. Adicionalmente se dota a la embarcación de un dispenser para el agua potable.

### **11.3. Sistema de gran achique, lastre e incendio**

Dada la eslora del buque se ha optado por un sistema integral de achique, lastre e incendio. Se ha efectuado un cuidadoso análisis sobre los manifold para evitar las inundaciones por inadvertencias.

### **11.4. Sistema aguas servidas y aguas oleosas**

Dado que se prohíbe la descarga directa de este tipo de aguas al mar se ha optado por la instalación de un tanque que las contengan con capacidad de 1,8 m<sup>3</sup>. Las aguas servidas es el conjunto de aguas grises y negras, las mismas descargan al tanque por medio de gravedad. El sistema posee la alternativa de descargar las aguas grises directamente al mar. El vaciado del tanque se efectúa mediante una bomba de desplazamiento positivo de acero inoxidable dada la cantidad de sólidos, barros existentes y el carácter ácido de estos fluidos. El venteo de este tanque posee arrestallama descargando a cubierta.

Debido al ingreso de agua por golpes de mar, pérdidas por las empaquetaduras, pérdidas en juntas, derrames durante la carga de combustible en la sentina de sala de máquinas es común la existencia de agua contaminada con aceites. Esta agua no debe ser descargada directamente al mar, por lo cual el buque posee un tanque dedicado al almacenaje de estas.

La descarga del tanque se efectúa por medio de una bomba centrífuga y el venteo posee arrestallamas.

### **11.5. Sistema de agua de mar**

El sistema consta de dos tomas de mar una a cada banda, previo al paso de los filtros marinos, se encuentran unidas por medio de un colector común. Las tomas de mar está provistas de venteos. La línea colectora está comunicada con el sistema de gran achique, lastre e incendio, refrigeración de motores principales y refrigeración de motogenerador. Luego de pasar por estos sistemas, la descarga se efectúa por sobre la línea de flotación.

### **11.6. Sistema eléctrico**

La distribución eléctrica se efectúa por medio de una red de derivaciones sucesivas o en árbol. La red de distribución se efectúa con 3 subredes:

- 380VCA trifásica para consumidores de fuerza
- 220VCA para alumbrados y pequeños consumos
- 24VCC para electrónica y luces de iluminación

Luego de efectuar el estudio del balance eléctrico, se determina que la energía eléctrica para los distintos servicios del remolcador, se suministra por un motogenerador de 21,5kVA. Para la situación de emergencia, se instalan baterías de 24VCC de manera que suministren energía para las luces de emergencia y de navegación durante 6 horas.

### **11.7. Seguridad y salvamento**

En el diseño del remolcador se tuvo en cuenta lo referente a la seguridad y salvamento. Por el cual, se provee una balsa salvavidas instalado sobre cubierta de timonera, aros salvavidas con luz de autoencendido, aro con rabiza, chaleco salvavidas, señales de socorro, aparatos lanzacabos, etc. Todo acorde con la reglamentación de PNA.

### **11.8. Equipos de navegación y comunicaciones**

Dada la naturaleza del trabajo del remolcador, este llevará instalado como equipamiento de navegación, un compás magistral, GPS, ecosonda, corredera, anemómetro y radar. Como equipo de comunicación llevará un VHF.

## **12. Conclusión**

Luego del trabajo de 2 años, a la par de las materias de la facultad, hemos cumplimentado la entrega de los planos y la especificación técnica a la Armada Argentina. El desarrollo de esta etapa de proyecto nos ha permitido consolidar una metodología de trabajo y una enriquecedora experiencia que resume nuestra carrera de ingeniería naval y mecánica.

Agradecimientos:

- Ing. Ricardo Benito Segade
- Ing. Mario Colpachi
- Ing. Victor Ballabio
- Sr. Francisco del Valle
- Sr. Javier Lopez y personal del canal de experiencias "Edmundo Manera"
- Sr. Federico Castro Hebrero
- Sr. Maximiliano Roth