

Universidad de **Cádiz**

Proyectos de fin de carrera de **Ingeniería Técnica Naval**

Proyecto de patrullero costero

Jaime J. TRAMBLET BELLIDO



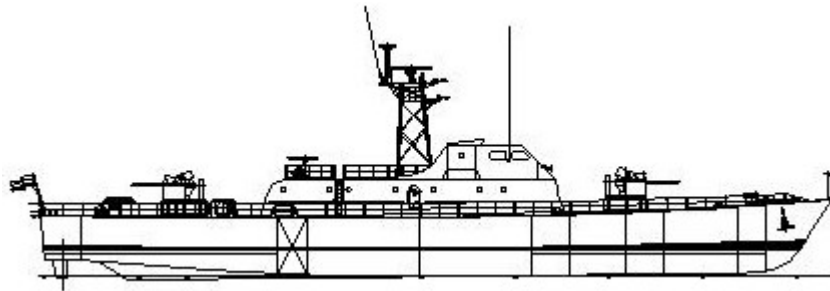
Centro: **E. U. I. T. NAVAL**
Titulación: **I. T. NAVAL**
Fecha: **Octubre 2007**





E.U.I.T. NAVAL
INGENIERÍA TÉCNICA NAVAL
ESPECIALIDAD: ESTRUCTURAS MARINAS

PROYECTO DE PATRULLERO COSTERO



D. JAIME J. TRAMBLET BELLIDO
OCTUBRE 2007

ÍNDICE

| | Página |
|---------------|--------|
| PRÓLOGO | 6 |

PARTE 1ª.- FUNDAMENTOS TEÓRICOS

| | |
|---|----|
| SECCIÓN 1.- RESEÑAS HISTÓRICAS | 8 |
| 1.1 INTRODUCCIÓN | 9 |
| 1.2 PRIMEROS PASOS DE LA PROPULSIÓN | 9 |
| 1.3 LAS ARMAS | 14 |
| SECCIÓN 2.- EL BUQUE DE GUERRA | 15 |
| 2.1 EL BUQUE DE GUERRA | 16 |
| 2.2 EL TIPO, LA SERIE Y LA CLASE | 17 |
| 2.3 LA AMENAZA | 18 |
| 2.4 LA PLATAFORMA | 18 |
| 2.5 EL SISTEMA DE COMBATE | 19 |
| 2.6 LOS SISTEMAS DE DETECCIÓN | 20 |
| 2.7 EL CAÑÓN | 23 |
| 2.8 EL MISIL | 24 |
| 2.9 LA GUERRA ELECTRÓNICA | 26 |
| 2.10 DEFENSA EN ZONA Y DEFENSA DE PUNTO | 26 |
| 2.11 LAS COMUNICACIONES | 28 |
| 2.12 EL SISTEMA DE NAVEGACIÓN INERCIAL | 28 |
| 2.13 EL SISTEMA DE DATOS TÁCTICOS NAVALES | 30 |
| 2.14 EL CENTRO DE INFORMACIÓN Y COMBATE | 30 |

| | |
|---|-----------|
| SECCIÓN 3.- HISTORIA DEL PATRULLERO | 31 |
| 3.1 INTRODUCCIÓN | 32 |
| 3.2 TORPEDEROS Y CAÑONEROS | 32 |
| 3.3 CAÑONEROS Y GUARDACOSTAS ACORAZADOS | 35 |
| 3.4 LANCHAS TORPEDERAS Y ANTISUBMARINAS | 36 |
| 3.5 CONSOLIDACIÓN DE TORPEDERAS Y CAÑONERAS | 39 |
| 3.6 DEL TORPEDO AL MISIL | 39 |
| 3.7 EL CONCEPTO ACTUAL DEL PATRULLERO | 40 |

PARTE 2ª.- CÁLCULOS

| | |
|---|-----------|
| SECCIÓN 4.- DIMENSIONES PRINCIPALES Y COEFICIENTES DE FORMAS BÁSICOS | 42 |
| 4.1 DIMENSIONAMIENTO | 43 |
| 4.2 COEFICIENTES DE FORMAS | 44 |
| SECCIÓN 5.- FORMAS DEL BUQUE | 49 |
| 5.1 ESTUDIO DE LAS FORMAS | 50 |
| 5.2 ESTUDIO DE LAS SUPERFICIES | 52 |
| 5.3 ESTUDIO DE LA DIVISIÓN DEL CASCO | 53 |
| 5.4 ESTUDIO DE LAS CUBIERTAS | 53 |
| 5.5 ESTUDIO DE LOS VOLÚMENES | 54 |
| SECCIÓN 6.- CÁLCULO DE FORMAS | 55 |
| 6.1 CARTILLA DE TRAZADO | 56 |
| 6.2 TABLAS HIDROSTÁTICAS | 66 |
| 6.3 TABLAS DE BONJEAN | 69 |

| | |
|--|------------|
| SECCIÓN 7.- DISPOSICIÓN GENERAL | 75 |
| 7.1 DISPOSICIÓN GENERAL | 76 |
| 7.2 DIVISIÓN DE LA SUPERESTRUCTURA | 77 |
| SECCIÓN 8.- COMPARTIMENTACIÓN Y VOLÚMENES | 80 |
| SECCIÓN 9.- DESPLAZAMIENTO EN ROSCA Y PESO MUERTO | 100 |
| SECCIÓN 10.- FRANCOBORDO | 105 |
| SECCIÓN 11.- ESTIMACIÓN DE LA POTENCIA | 107 |
| SECCIÓN 12.- AUTONOMÍA | 110 |
| SECCIÓN 13.- ESTABILIDAD | 112 |
| 13.1 ESTUDIO DE ESTABILIDAD | 113 |
| 13.2 ESTABILIDAD BUQUE INTACTO | 117 |
| 13.3 ESTABILIDAD DESPUÉS DE AVERÍAS | 129 |
| SECCIÓN 14.- PRESUPUESTO | 146 |
| 14.1 ESTIMACIÓN DE LOS COSTES | 147 |
| 14.2 PRESUPUESTO ESTIMADO | 149 |

ANEXOS

ANEXO 1.- SERIE “BAZÁN 80”152

ANEXO 2.- BUQUES SIMILARES161

ANEXO 3.- MANTENIMIENTO EN UN BUQUE DE GUERRA167

ANEXO 4.- BIBLIOGRAFÍA176

PLANO DE DISPOSICIÓN GENERAL

PLANO DE FORMAS

PRÓLOGO

El proyecto que se nos presenta corresponde a un patrullero costero basado en las formas paramétricas definidas por la serie “*Bazán 80*”. Su eslora será de 54 m., con un desplazamiento de 400 Tn. y alcanzará una velocidad aproximada de 22 nudos.

Previamente quedarán definidos los fundamentos teóricos necesarios para la realización del proyecto, que incluirán tanto nociones básicas de historia naval como específica de los buques patrulleros, además de amplios conceptos y definiciones sobre el buque de guerra y todas sus características específicas.

A continuación se realizarán los cálculos, entre los que se incluyen los necesarios para la definición de sus dimensiones principales y sus formas. Tras esto, se efectuará el estudio de la disposición general y la distribución de espacios, los cálculos del desplazamiento, francobordo, potencia, autonomía y estabilidad. Cerrando el apartado de cálculos, y por tanto el grueso del proyecto, encontramos el presupuesto estimado para su ejecución.

Para finalizar, se ha considerado conveniente incluir una serie de anexos muy recomendables que abordan dos temas esenciales: el estudio de buques similares y el mantenimiento en un buque de guerra. Por último, los planos de disposición general y de formas.

PARTE 1^a FUNDAMENTOS TEÓRICOS

SECCIÓN 1
RESEÑAS HISTÓRICAS

1.1 INTRODUCCIÓN

La historia de los buques de patrulla, es decir las embarcaciones destinadas a la vigilancia y protección de la costa, puede remontarse al origen de la sensación de propiedad de un determinado pueblo sobre la franja de litoral costero que ocupaba. Para defenderse se crearon primigenias embarcaciones capaces de repeler los ataques de sus enemigos en las misiones de transporte, custodia y vigilancia de la costa. Es este, por tanto, el ancestro más arcaico del buque denominado como buque de guerra patrullero.

Por ello tratar de establecer con cierta con cierta precisión los orígenes del buque de guerra, es evidentemente imposible. Su larga historia termina por definición, cuando aparecen registrados sus primeros hechos, de momento depende del nivel cultural de cada pueblo y de la conservación a través de los siglos de aquellos registros, por lo que la incertidumbre sobre los primeros tiempos del buque de guerra es de tal magnitud que parece preferible unir su historia a dos circunstancias principales, una al pueblo que lo utilizó, y otra al mayor o menor grado de su desarrollo tecnológico; es esta última va íntima y respectivamente ligada al vencedor y vencido en cada momento.

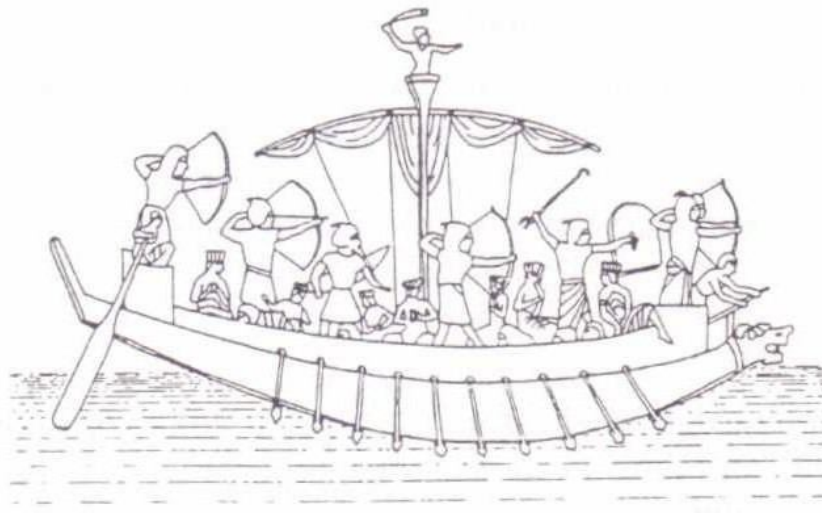
Un simple análisis de los acontecimientos sucedidos alrededor de zonas costeras, llevan a la conclusión de que en el principio, la navegación se origino en puntos y en épocas muy diversas pero siempre debido a la necesidad de trasportar cosas y personas. Cuando este trafico se intensificó, nació la piratería y, para defenderse de ella aparecieron las primeras embarcaciones armadas.

Se tiene así la presencia de las dos principales variables, que ha sido, y son el origen y la evolución del buque de guerra: la *Amenaza* y la *Defensa*. Valorando la Amenaza se construye un medio similar capaz de contrarrestarla, a lo que el enemigo responde con mayores y, a ser posible, nuevas fuerzas, estableciéndose una sucesiva y paralela evolución de medios agresores y de defensa, cuya consecución ha ido históricamente ligada a los logros de las técnicas específicas.

Las áreas que al principio marcaron el estado de avance de la ciencia aplicada al buque de guerra, han sido la de su *Propulsión* y la de sus *Armas*, por lo que el buque de guerra comienza su historia unido a desarrollo de ambas partes hasta la aparición de la electrónica. Actualmente se definen como partes integrantes principales del buque de guerra, la Plataforma y el Sistema de Combate. La primera la componen el casco, la maquinaria principal y la auxiliar, los servicios eléctricos y los de tuberías es decir, el buque básico; la segunda está constituida por las armas y grupos electrónicos (comunicaciones, sensores, calculadores, etc.)

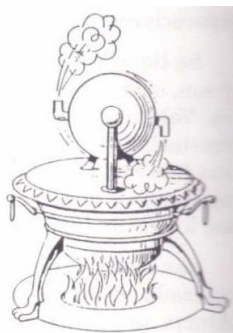
1.2 PRIMEROS PASOS DE LA PROPULSIÓN

Según puede verse en la numerosa bibliografía dedicada a la historia de la navegación, el remo y la vela fueron los primeros medios utilizados para la propulsión de embarcaciones por los egipcios, fenicios, griega., cartagineses, romanos y árabes. El uso simultáneo de ambos elementos parece que se aplicó especialmente a embarcaciones de guerra para conseguir una mayor maniobrabilidad. En esta línea se mantuvo la propulsión, hasta que fue técnicamente posible la utilización del vapor de agua (siglo XIX), hecho que dio origen a la era moderna de la propulsión.



Embarcación egipcia de guerra (año 1200 a. de J.C.)

(a) *El Vapor de Agua.*- El primer uso controlado del vapor de agua para mover una máquina lo sitúa la Historia a más de 2000 años antes de J.C. cuando Herón de Alejandría (284 al 221 años a. de J.C.) puso en práctica el principio en el que, se basaría el funcionamiento de la actual turbina de reacción; otras huellas históricas del uso del vapor fueron encontradas entre las ruinas de Pompeya. En la figura representa un esquema de la caldera descubierta a mediados del siglo XVIII cuyo principio de funcionamiento (caldera de tubos con agua) no se utilizó en la era moderna hasta finales del siglo XIX.



Máquina de Herón (año a 221ª. De J.C.)

Aún cuando el primer uso del vapor como medio de propulsión data de 1543, año en que el mecánico de la Armada española de Carlos I, Blasco de Garay “impulsó un buque con una rueda de paletas conducida por una máquina de vapor, la época moderna de la propulsión del buque de guerra no se arraigó hasta bien entrado el siglo XIX; es decir, se inició con un retraso de unos trescientos años, tal vez a causa de un informe adverso y posterior archivo de la *avanzada* idea de Blasco de Garay. La documentación correspondiente, de gran valor histórico, desapareció de España durante la invasión francesa.

Quizá el primer buque de guerra movido a vapor fue el “Demólogos”, construido en 1814 y rebautizado con el nombre de “Fulton the First”, en honor de Robert Fulton, su constructor; este buque hizo un primer viaje de pruebas de cincuenta y tres millas, en ocho horas y veinte minutos.

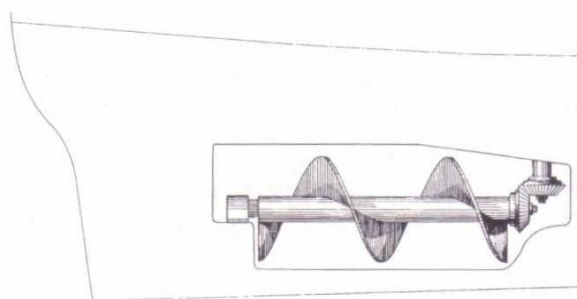
De la misma forma que Fulton y sus continuadores aplicaron a la propulsión la máquina alternativa, construida en base a la materializada en el siglo XVII por Edward Somerset (segundo marqués de Worcester), Denys Papin y Thomas Savery para que ciertos mineros ingleses no tuvieran que trabajar físicamente con el agua al cuello, Charles Parsons y Carl de Laval hicieron posible a finales del siglo XIX, la fabricación de turbinas fundamentadas en las ideas respectivamente aportadas por Herón (220 años a. de J.C.) y Giovanni Branca (1629 de nuestra era). Estas máquinas de expansión fueron rápidamente instaladas en la gran mayoría de los buques de guerra (torpederos y destructores, en primer lugar) construidos a partir de los albores del siglo XX (año 1910), iniciándose así la decadencia de la máquina alternativa de vapor como único medio de propulsión.

(b) El Motor Diesel.- En los primeros años del siglo XX aparece una nueva posibilidad para propulsar los buques, el motor de combustión interna ideado y patentado por Rudolf Diesel en 1892, el cual fue instalado por vez primera como máquina propulsora de cierta entidad, en el buque mercante sueco “Selandia” (1912), y aunque pronto se convirtió en la máquina ideal para los submarinos, su instalación generalizada en los buques de guerra de superficie, fue más tardía (“avisos” franceses en 1930). Como máquina propulsora de buques de guerra, salvo las excepciones en 1934, de algunos Acorazados alemanes, como el “Graf Von Spee” con propulsión diesel de 54,000 BHP, por motores MAN de dos tiempos y doble efecto, el mayor uso actual del motor diesel para la propulsión es en buques de tipo medio e inferiores, combinados principalmente con turbinas de gas, con objeto de utilizar el diesel a velocidad económica.

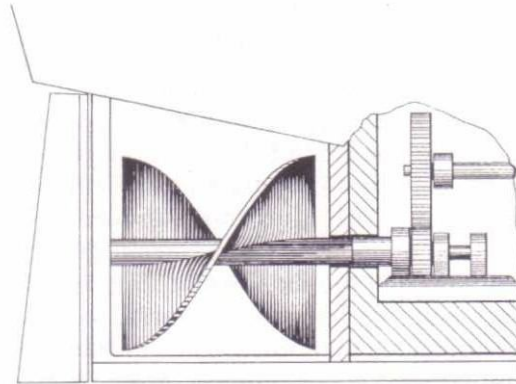
(c) La Hélice.- Antes de 1841, todos los buques de vapor utilizaban como propulsor la rueda de paletas. En este año fue la Marina francesa se decidió a instalar una hélice, por primera vez, como propulsor en un buque de guerra, el aviso “Le Corse”. A pesar de las indiscutibles ventajas que la hélice presentaba frente a la rueda por su menor vulnerabilidad y mayor regularidad de marcha en mares agitados, su menor rendimiento motivó que no fuera inmediatamente aceptada por el resto de las Marinas.

Aunque los primeros pasos de la hélice datan del último cuarto del siglo XVIII, las dos primeras patentes dignas de mención fueron registradas en 1836 en países diferentes: una la del Ingeniero inglés F. Petit-Smith y otra la del Ingeniero Naval sueco John Ericsson.

La del inglés estaba constituida por una superficie helicoidal de dos espiras y paso constante, fabricada en madera. Se instaló en una embarcación de 6 toneladas, y durante las pruebas se partió por la mitad, observándose que con una sola espira su rendimiento había mejorado notablemente.



Primera Hélice de Petit-Smith

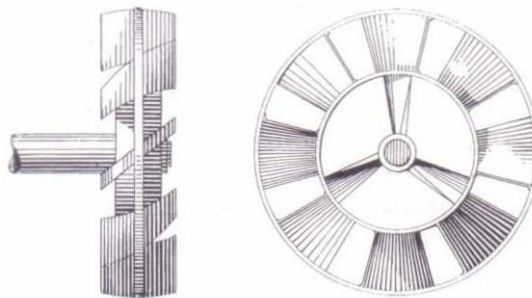


Segunda Hélice de Petit-Smith

Fueron necesarios otros ensayos más convincentes para que en 1845 el Almirantazgo británico admitiera llevar a cabo una prueba, con dos buques de aproximadamente la misma potencia y el mismo desplazamiento, el “Alecto” con rueda de paletas y el “Rattler” con una hélice de Petit-Smith.

Amarrados popa contra popa se permitió alcanzar al “Alecto” la máxima velocidad avante a toda fuerza; en ese momento, el “Rattler” dio avante y no sólo detuvo la marcha del primero, sino que pasó a remolcarlo a dos nudos y medio.

Por otra parte, la hélice del Ingeniero sueco John Ericsson consistía en ocho superficies helicoidales, cada una de las cuales tenía un veinteavo de la superficie de una espira, dispuestas simétricamente en la periferia de un anillo circular. Ericsson la probó con éxito navegando por el Támesis a 10 nudos en el “Francis B. Ogden”.



Hélice de John Ericsson

Después de estas definitivas pruebas se inició el reinado prácticamente absoluto de la hélice (la rueda de paletas aún se mantuvo en pequeñas unidades, como las fragatas, corbetas, remolcadores y embarcaciones de río), la cual se impuso y perduró hasta nuestros días, y se podría vaticinar su aún prolongado dominio, no ya por el logro de una considerable mejora en su rendimiento, sino porque ni la mar ha conseguido romperla.

(d) La Turbina de Gas.- La aplicación de la turbina de gas a la propulsión de los buques de guerra, es relativamente reciente. La Royal Navy en 1947 la utilizó por primera vez, instalando en uno de los tres ejes propulsores del cañonero ligero MGB-2000, una unidad de 2500 HP. A continuación, en los años 50, se definieron los posibles ciclos para el estudio de viabilidad termodinámica y económica en base a la experiencia

adquirida sobre las unidades aéreas, cuya modificación constituyó la primera generación de turbinas de gas para la propulsión de buques, denominadas “unidades marinizadas”. Con este paso se inició la apertura a un nuevo mercado, de un medio que hasta ese momento era de uso exclusivo para la aviación, y que presentaba en principio, evidentes ventajas de peso, espacio, fiabilidad y disponibilidad, frente a los sistemas convencionales. Gracias a la competencia despertada entre los principales candidatos para hacerse con la hegemonía mundial en el área, se ha conseguido en pocos años (a partir de los primeros años 60), que el consumo específico de combustible de la turbina de gas se acercase suficientemente al del motor diesel, gracias a la mejora apreciable del rendimiento del compresor de aire y a conseguir la utilización de combustibles comunes. Queda mucho camino que recorrer para lograr unas prestaciones que la hagan admisible fuera del ámbito de las marinas de guerra; será necesario, no sólo rebajar aún más la cifra del consumo específico, sino también reducir los costes de adquisición y de mantenimiento.

Ya en las marinas de guerra, se han iniciado y afianzado soluciones encaminadas hacia una economía de funcionamiento, reduciendo los consumos y el número de horas de funcionamiento absolutos, mediante las combinaciones CODOG, COSAG, COGAG y COGOG, entre otras.

(e) La Energía Nuclear.- Pertenece a los más recientes años de la época contemporánea la utilización de la energía nuclear para la propulsión de los buques de guerra, con la diferencia fundamental respecto a las anteriores etapas, de que este medio nunca ha sido acogido con entusiasmo por la generalidad de los países, sino más bien, con serias reservas. Por ello, solamente las grandes potencias capaces de desarrollar la tecnología nuclear, la han ido adoptando, a partir del final de la II Guerra Mundial, en ciertos submarinos y grandes unidades de superficie, pudiendo aventurar un oscuro futuro que tal vez acabe por desechar esa polémica fuente de energía.

Aún cuando de forma tácita se han ido instalando en diversos países centrales nucleares con fines industriales, no se ha intentado aún controlar su desarrollo mediante convenios internacionales, a pesar del resultado catastrófico producido en algunas de ellas. Sin embargo, sí que han habido diversos tratados para la prohibición de pruebas con armas de ese tipo, basándose en sus devastadores efectos y secuelas posteriores (Conferencias de Moscú, 1963; México 1967; Londres, 1968), aunque no todos los países con posibilidades en esa área, se adhieren de forma continuada a los mencionados Tratados, por lo que su efecto es siempre cuestionable.

Todo buque, tanto mercante como de guerra, dotado de propulsión nuclear está expuesto a un accidente en tiempo de paz y a un impacto en tiempo de guerra; las consecuencias, no del todo desconocidas, pero siempre catastróficas, afectarían no sólo a la integridad de la especie viviente en una amplia zona de influencia, sino también a la habitabilidad de toda la Tierra. Esto invita, como mínimo, a una recapitación que limite o detenga el empleo de esta clase de energía, en espera de que pueda alcanzarse el dominio industrial de la energía obtenida de la fusión nuclear.

1.3.- LAS ARMAS

Por su parte, las armas utilizadas a bordo caracterizaron claramente tres clases de combate naval, asociados a otras tantas épocas bien definidas:

La Época Antigua, situada entre el origen de los tiempos y el último cuarto del siglo XIV, en la que el combate naval tenía lugar después del abordaje. Las armas utilizadas eran piedras, pabs, flechas y toda una serie de medios contundentes y cortantes, hasta llegar a la utilización de catapultas y de armas portátiles de pequeño calibre. La batalla de La Rochela (1372), marcó el inicio de una nueva era; en esta batalla naval, el almirante Gil Boccanera, al servicio de Alfonso XI de Castilla, derrotó a una escuadra inglesa usando por primera vez artillería pesada.

La Época Moderna, que prácticamente se extendió hasta el final de la Segunda Guerra Mundial (1945), comenzó con la utilización a bordo de cañones con proyectiles perforadores, seguido de los cargados con explosivo (batalla de Sínope en 1853) y con los torpedos, empezando la transición de los cascos de madera hacia los de hierro. Las distancias entre los buques combatientes fueron aumentando a medida que lo hicieron los alcances y la precisión de los sistemas artilleros, pero los contendientes se mantenían dentro del campo visual.

La Época Contemporánea tiene unos años de solape con la anterior, precisamente los de la Segunda Gran Guerra, debido al protagonismo que comenzó a adquirir en ella el Portaaviones, al mismo tiempo que lo perdía el Acorazado. La característica de la guerra naval de esta época, es el combate entre buques fuera de horizonte, y se inició en la batalla del Mar del Coral en 1942, aunque no se desarrolló suficientemente hasta pocos años después, cuando adquirieron un cierto nivel tecnológico los misiles de alcance medio. Este perfeccionamiento fue posible gracias al paralelo progreso de la electrónica, aplicada a sistemas de detección de blancos (radares de exploración y seguimiento, sonares, etc.), a la guía de misiles mediante sistemas de iluminación del blanco con ondas radar y con auxilio de satélites artificiales, así como al espectacular progreso de las comunicaciones. De aquí que para contrarrestar esta amenaza, ha sido necesario instalar en los buques de guerra medios de defensa que cubran espacios de radio creciente; la defensa contra los ataques por misiles y torpedos se denomina “defensa de punto”; la defensa y ataque a otras unidades navales o aéreas se denomina “defensa de zona”, y aquellos medios con capacidad para anular o disminuir la eficacia de los sistemas de detección antes mencionados, se denomina “guerra electrónica”. El Sistema resultante de la integración de los subsistemas de Armas y Electrónica constituyen el llamado “Sistema de Combate”.

SECCIÓN 2
EL BUQUE DE GUERRA

2.1 EL BUQUE DE GUERRA

Pueden encontrarse numerosas definiciones para el buque de guerra, unas extraídas de diccionarios y enciclopedias, otras acordadas en Conferencias internacionales, otras durante la firma de Tratados etc. De entre ellas cabe resaltar las siguientes:

Según la Real Academia Española, buque de guerra “es el buque del Estado, construido y armado para usos militares”.

La Enciclopedia Británica dice que es el buque empleado para fines de guerra o armado para el combate.

En la Enciclopedia de Ciencia y Tecnología editada por McGraw & Hill lo define como la “embarcación diseñada básicamente para fines de guerra, ya sea de manera directa en operaciones de combate o indirectamente, para servicios y ayuda en tales operaciones”.

La Enciclopedia del Mar recoge la definición del buque de guerra ante el Derecho Internacional, cuyo Instituto de La Haya, en 1898 aprobó que “se entiende por buque de guerra todo aquel que pertenece a la marina militar y está inscrito como tal en sus listas especiales, hallándose autorizado para usar el pabellón e insignias de la marina de guerra, bajo el mando de un oficial al servicio del Estado y con tripulación perteneciente a la marina de su país”. Bajo este punto de vista se matizan una serie de conceptos, como por ejemplo, el de que el buque no adquiere su calificación hasta su botadura.

Similar, pero aportando nuevos matices, es la dada en el artículo 8.2 del convenio sobre la alta mar aprobado durante la Conferencia de las Naciones Unidas relacionada con el Derecho de la mar, celebrada en Ginebra en 1958: “se entiende por buques de guerra los que pertenecen a la Marina de Guerra de un Estado y ostentan los signos exteriores distintivos de los buques de guerra de su nacionalidad. El Comandante del buque ha de estar al servicio del Estado y su nombre ha de figurar en el escalafón de Oficiales de la Armada. La tripulación ha de estar sometida a la disciplina naval militar”. Esta definición fue prácticamente ratificada en el artículo 29 de la Convención de 1982.

Desde un punto de vista exclusivamente técnico y teniendo en cuenta la tendencia actual, se puede establecer la siguiente definición:

El buque de guerra de combate es aquel que está constituido por dos partes principales: una la Plataforma y otra el “Sistema de Combate”. Estas dos partes deben cumplir los siguientes requerimientos básicos:

- a) La Plataforma tenderá hacia el tamaño mínimo necesario para transportar y alojar el Sistema de Combate y la dotación.
- b) La Plataforma debe ser capaz de cumplir las características específicas, adecuadas a las misiones encomendadas, de velocidad sostenida en mar agitado, estabilidad después

de averías, comportamiento en la mar, disposición general, supervivencia, resistencia estructural antichoque y diseño adecuado a otras medidas pasivas.

c) El Sistema de Combate (Pay-Load) será el adecuado para hacer frente al nivel de amenaza previamente fijado.

2.2 EL TIPO, LA SERIE Y LA CLASE

Tipo de buque de guerra, es la designación genérica que da una idea primaria de su desplazamiento, dimensiones y principales misiones; por ejemplo, Portaaviones, Destructor, Patrullero, etc.

Serie, es el conjunto de buques de un determinado tipo, cuyo casco es común y que también puede tener algunos o todos los componentes restantes comunes.

Clase, es el término que define a un grupo de buques de un determinado tipo y de una determinada Serie. Todos los buques de una misma Clase deben ser de idéntica configuración. Dentro de una misma Serie puede haber varias Clases y dentro de un mismo Tipo hay diferentes Series.

Por ejemplo, dentro del Tipo Fragata están comprendidas las Series “Knox” (DE- 1052) y “O.H. Perry” (FFG-7); dentro de cada una de estas Series hay varias Clases caracterizadas por su idéntica configuración, como la Clase “Baleares” y la Clase “Santa María”.

La denominación tradicional de cada Tipo de buque de guerra aplicada a los buques de tamaño medio actuales, no significa que el buque en cuestión posea exclusivamente las características para desempeñar las misiones que dieron origen a aquella denominación, ya que la tendencia moderna es a construir buques multipropósito de misiones similares pero con distinta capacidad para desarrollarlas.

Por lo tanto, dada la naturaleza de este proyecto, nuestro tipo de buque se encuentra dentro de los denominados buques ligeros. Y se define como Buque de Guerra Patrullero.

2.3 LA AMENAZA

Desde un punto de vista táctico, la amenaza se puede definir como el *conjunto de los hechos inminentes que pueden producir un grave daño a la parte amenazada.*

En el caso de una fuerza naval e independientemente de sus propias posibilidades o misiones, podrá encontrarse ante una o varias amenazas del siguiente tipo:

- (a) Aérea
- (b) De superficie

- (c) Submarina
- (d) NBQ (Nuclear, Biológica y Química)

2.4 LA PLATAFORMA

Es el buque básico diseñado para transportar el Sistema de Combate y la dotación; las principales partes que lo componen, con sus correspondientes servicios, son:

- (a) El casco.
- (b) La maquinaria propulsora.
- (e) Los generadores eléctricos.
- (d) La maquinaria auxiliar.
- (e) La habilitación.

Todas ellas son interdependientes y configuran el buque básico, cuyo proyecto ha de conseguir un equilibrio armónico entre sus componentes, hasta tal extremo que un exceso o defecto en cualquiera de ellos, tanto cualitativo como cuantitativo, influirá en el conjunto. Como ejemplos se pueden citar los siguientes: un exceso de potencia instalada significa mayores coste, peso y empacho; un defecto de potencia eléctrica implicará una sobrecarga en horas de funcionamiento de los generadores; unos espacios demasiado amplios implican mayores dimensiones exteriores del casco, con sus consecuencias; por el contrario, una reducción en pasillos y locales podría influir negativamente en el tráfico durante estados de emergencia, en las posibles rutas de desmontaje para la circulación de módulos en operaciones de mantenimiento y en el confort de la tripulación; una asignación incongruente de los espacios interiores creará problemas en el momento de disponer los equipos de forma adecuada; en cuanto a la disposición de palos y soportes en los espacios exteriores habrá que tener en cuenta las separaciones mínimas entre antenas para evitar interferencias e incompatibilidades electromagnéticas.

Las Plataformas actuales se diseñan para poder centralizar su control mediante un sistema dirigido a proveer en pantallas, la disposición presente de los servicios y sistemas junto con los parámetros de funcionamiento, y desde ellas poder actuar en consecuencia a través de sistemas de fibra óptica. Los Sistemas y Servicios típicos comprendidos en el ámbito del Control de la Plataforma, son:

- (a) Propulsión
- (b) Planta Eléctrica
- (c) Control de Averías
- (d) Defensa contra el ataque NBQ (Nuclear, Biológico, Químico)

(e) Desmagnetización

Los esfuerzos de la ingeniería pretenden alcanzar la meta de que el Sistema de Control de la Plataforma sea similar al Sistema de Combate con objeto de incrementar la Supervivencia y la Fiabilidad del buque. Esto significa que en el caso de inutilización de elementos principales de cualquiera de ambos Sistemas, aquel que sobreviva pueda adquirir las funciones vitales del otro.

2.5 EL SISTEMA DE COMBATE

Un Sistema de Combate de un determinado tipo de buque, es el conjunto de subsistemas, equipos, sensores y armas, que integrados en un sistema cumple las misiones siguientes:

(a) Detectar, clasificar; evaluar; programar las acciones de ataque, atacar y destruir:

- Aviones
- Buques de superficie
- Submarinos
- Misiles
- Torpedos

(b) Llevar a cabo el proceso de datos, con objeto de:

- Obtener en pantallas la representación táctica de cada situación.
- Proporcionar información a su propio sistema y al de otros buques de la flota.

(c) Debe de estar concebido para:

- Que el tiempo de reacción ante una amenaza, sea el mínimo posible y conforme con la amenaza.
- Que sea de fácil manejo para el personal, con objeto de obtener la máxima eficiencia.
- Mejorar la capacidad individual de los subsistemas.

(d) Apoyar las operaciones no tácticas, como:

- Búsquedas y rescates.
- Navegación.

2.6 LOS SISTEMAS DE DETECCIÓN

Genéricamente, según el medio utilizado para la transmisión, se instalan tres tipos de sistemas:

1.-Aéreos y de superficie, denominados RADAR (Radio Detection and Ranging), IFF (Identification Friend or foe), ESM (Electronic Support Measures).

2.- Submarinos, el denominado SONAR (Sound Navigation and Ranging), los hidrófonos y las comunicaciones submarinas.

3.- Sistemas optrónicos, compuestos de elementos ópticos y electrónicos; como por ejemplo, para efectuar el seguimiento óptico de blancos, integrado con otros sensores de tipo electrónico.

Los sistemas electrónicos funcionan basados en el mismo principio de emitir un haz de pulsos a unas determinadas frecuencias y longitudes de onda. El tiempo para la ida y vuelta mide la distancia y la estrechez o definición del haz mide la dirección en que se encuentra el objeto detectado. Lo que caracteriza a cada uno de los sistemas es la velocidad “v”, de su señal (300.000 Km/s para el aéreo y 1.525 Km/s para el submarino), la frecuencia “f” (desde 3.000 hasta 10.000 MHz para el sistema radar y desde unos 4,5 hasta 25 KHz para el sistema sonar), y en consecuencia, la longitud de onda λ , relacionada con las variables anteriores ($\lambda = v/f$).

Las frecuencias bajas precisan antenas y domos grandes, y cuanto mayor es la antena más estrecho es el haz; el tamaño de la antena y del domo están condicionados por el del buque. Por otra parte, las señales de una longitud de onda determinada se refleja en objetos de un tamaño ligeramente inferior a la mitad de dicha longitud, es decir, cuanto más corta en λ más probable es que se refleje en detalles angulares del blanco, como por ejemplo, en los rincones de una superestructura, para el caso del radar. Actualmente se trata de eliminar lo más posible, las aristas de las superestructuras y de los cascos de los submarinos.

En los buques de guerra se instalan uno o varios de los tipos de radar y sensores siguientes:

- (a) De exploración aérea.
- (b) De exploración de superficie.
- (c) De tiro e iluminación.
- (d) De identificación.
- (e) De exploración submarina.



- | | |
|--|--------------------------------|
| 1.- Radar para exploración aérea | 6.- Radar IFF |
| 2.- Radar para exploración de superficie | 7.- Sistema TACAN |
| 3.- Indicador de viento | 8.- Contramedidas electrónicas |
| 4.- Radar de exploración y seguimiento | 9.- Comunicaciones |
| 5.- Radar de guía y seguimiento | 10.- Radar de navegación |

(a) **Radar de exploración aérea-** Su finalidad es localizar aeronaves y misiles a grandes distancias (superiores a las 250 millas). Son de elevada potencia y longitud de onda grande, lo que implica que las antenas sean grandes también. Su limitación más importante es la de no detectar blancos aéreos en vuelo rasante más allá de las 50 millas de distancia (Pueden situar los blancos aéreos en dos o en tres millas de los parámetros de demora, distancia y altura, recibiendo respectivamente la denominación de radar bi o tridimensional).

(b) **Radar de exploración de superficie.-** Debe ser capaz de localizar blancos sobre la superficie del mar, incluidos aeronaves y misiles en vuelo rasante.

Como la detección en superficie está limitada por la curvatura de la Tierra, los alcances del radar dependen de la altura a la que está instalada la antena (el horizonte radar es, entre un 6 y un 10 %, superior al del ojo humano), estando comprendido el radio máximo de detección entre 20 y 60 millas, según sea la altura del blanco y el radio mínimo entre 50 y 100 metros.

De características similares a esta clase de radar es el usado para la navegación.

(e) **Radares de tiro e iluminación.-** El radar de tiro tiene por objeto adquirir datos precisos del blanco en demora y distancia, para que el sistema de la Dirección de Tiro resuelva el problema cinemático y transmita sus resultados al sistema de armas en forma de datos de orientación y elevación, y finalmente la orden de disparo; por lo tanto debe seguir continuamente al blanco. Su alcance normalmente es inferior a 50 millas, utiliza pequeñas longitudes de onda y, por lo tanto, dispone de antenas pequeñas.

El radar de iluminación es similar al de tiro; su misión es la de apuntar ininterrumpidamente al blanco con su haz (iluminarlo), durante el vuelo del misil desde su lanzamiento hasta el impacto.

Actualmente se tiende hacia un radar único capaz de detectar, seguir, clasificar e iluminar simultáneamente un cierto número de blancos (alrededor de diez), así como controlar y dirigir hacia esos blancos, un número similar de misiles. La característica novedosa de este radar es su funcionamiento estático y su capacidad de abarcar la superficie celeste completa limitada por su horizonte.

(d) El IFF.- Cumple fundamentalmente tres funciones:

- Identifica los blancos amigos entre los ecos que aparecen en una pantalla.
- Facilita información adicional de los blancos amigos, como: datos que permitan reconocer de qué aeronave se trata, su altura de vuelo, etc.
- Dispone de un sistema para reconocer las aeronaves en situación de emergencia. Aunque normalmente este sistema va integrado en el radar aéreo, también suele ir en el de superficie para prever la amenaza de las lanchas lanzamisiles.

(e) El sonar.- El equipo que funciona según el principio expuesto más arriba, se denomina sonar activo. El sonar pasivo es un sistema de escucha submarina para detectar ruidos procedentes de posibles blancos (cavitación de hélices y ruidos producidos en el interior de un buque y transmitidos por su estructura al mar).

La eficacia del sonar se basa en que la propagación de las ondas sonoras por él emitidas, no se vean perturbadas en su trayectoria hacia el posible blanco. Existe un numeroso conjunto de factores que influyen directa y negativamente sobre el rendimiento de un sonar, que se pueden reunir en dos grandes grupos:

- Factores de contorno del medio.
- Factores interiores al medio.

Entre los primeros se pueden destacar el estado de la mar, la profundidad a la que se encuentra el fondo, la configuración de ese fondo y su composición.

Los factores interiores son todos ellos parámetros tales como el gradiente de temperaturas, el de densidades, las materias en suspensión, etc.

Todos dan lugar a la existencia de capas entre elementos de distinta densidad que provocan fenómenos que modifican negativamente la transmisión del sonido, como la absorción de su energía y dispersión del tren de ondas (atenuación), la reflexión y la refracción (interferencias), etc.

Con objeto de evitar que un blanco submarino se esconda detrás de capas diversas, se dispone de equipos sonar remolcados tanto por buques de superficie como submarinos que actúan a distintas profundidades. Para conocer el espesor y número de

capas en cada zona explorada se utiliza el *batitermógrafo*, o medidor de la temperatura a distintas profundidades.

La detección de submarinos desde helicópteros se hace normalmente mediante *sonoboyas* que lanza el propio helicóptero para barrer un área determinada. Por su parte, los aviones antisubmarinos utilizan magnetómetros que detectan las modificaciones del campo magnético terrestre provocadas por el paso de un submarino.

En general, se utilizan dos tipos de sonar: uno, al que suele referirse como el principal, por su potencia y características, denominado *Sonar de Casco*; otro, cuya misión es llegar a zonas de las profundidades del mar inaccesibles para el sonar principal, denominado *Sonar de Profundidad Variable*.

El Sonar de Casco es activo y pasivo; va instalado en un punto fijo de la quilla del buque, en la zona de la mitad de la proa para evitar los ruidos de la hélice y de la maquinaria principal. Permite a su operador único buscar los contactos submarinos, detectarlos, localizarlos, evaluarlos, clasificarlos, medir su velocidad y seguirlos.

El Sonar de Profundidad Variable, VDS (Variable Depth Sonar) es pasivo y va situado a popa de los buques. Se arrastra o remolca en el momento de su utilización, mediante un chigre en el que se arrollan los cables de remolque y de conexión con el receptor submarino. Permite la detección a través de capas reflectantes a distintas profundidades y la clasificación e información del rumbo, de un emisor acústico, submarino situado en zonas inaccesibles para el sonar de casco.

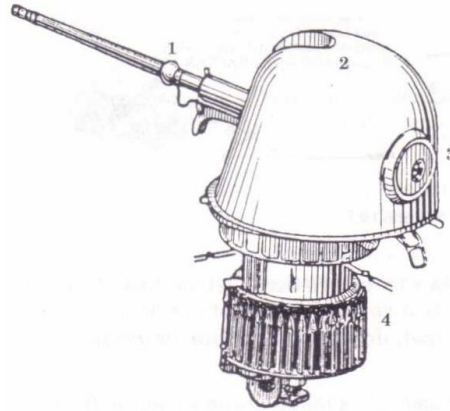
El equipo **TACTAS** (Tactical Towed Array Sonar), también va situado a popa y se arrastra y remolca en el momento de su utilización, pero es realmente un telémetro submarino con un sistema de escuchas que permite conocer la distancia y situación del blanco.

2.7 EL CAÑÓN

Es el arma que lanza proyectiles no autopropulsados, que por lo tanto siguen una trayectoria balística durante todo su recorrido.

El tamaño del cañón está determinado por dos cifras, la primera indica el calibre o diámetro interior (se expresa en pulgadas si es igual o mayor de 3, y en milímetros si es menor), y la segunda indica la longitud de la caña medida en número de calibres. Por ejemplo, el cañón de 3"/50 tiene un calibre de 3" y una longitud de $3 \times 50 = 150$ ".

Sus aplicaciones son función del calibre; entre las principales se pueden mencionar las de actuar contra blancos a distancias cortas e intermedias, tales como aeronaves, buques y objetivos en tierra.



1.- Eyector de gases 3.- Puerta de acceso
2.- Mantelete 4.- Tambor giratorio

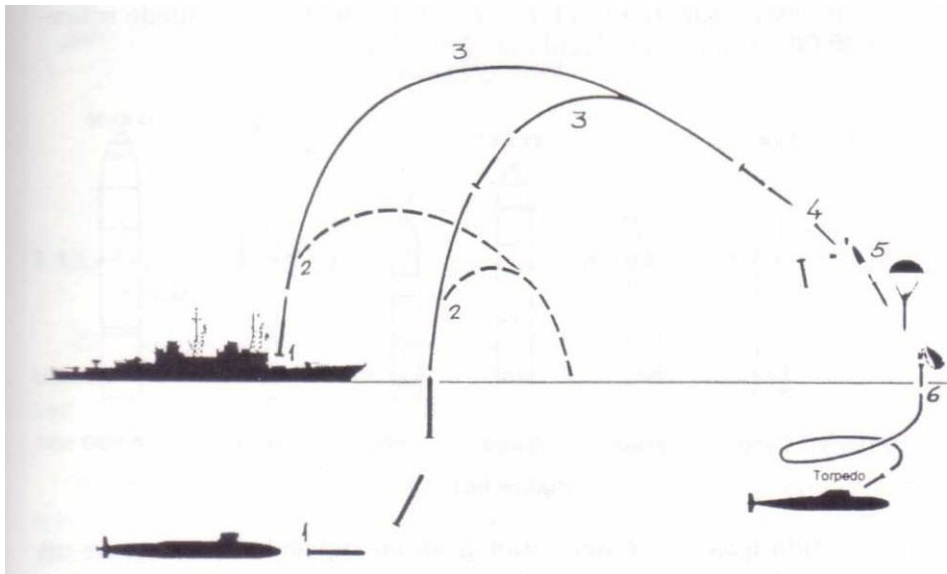
2.8 EL MISIL

Un misil es un proyectil dirigido y autopropulsado después de abandonar su dispositivo de lanzamiento, al que se puede corregir su trayectoria hacia un determinado blanco.

La clasificación de los misiles utilizados desde buques y sus aeronaves, se puede hacer respecto a diversas referencias. Las más significativas son:

(a) Según el punto de lanzamiento y el blanco al que van dirigidos, se clasifican en misiles:

- Superficie - Superficie, SSM (Surface to Surface Missile).
- Superficie - Aire, SAM (Surface to Air Missile).
- Aire - Superficie, ASM (Air to Surface Missile).
- Aire - Aire, AAM (Air to Air Missile).
- Aire - Submarino, AUM (Air to Underwater Missile).
- Superficie - Submarino, SUM (Surface to Underwater Missile).
- Submarino - Superficie, USM (Underwater to Surface Missile).
- Submarino - Submarino, SUBROC (Submarine Rocket).



Secuencia de la trayectoria de un misil USM y de uno SUBROC.

- | | |
|------------------------------|---|
| 1.- Impulso para la salida | 4.- Separación del cohete de empuje |
| 2.- Fin de la fase de empuje | 5.- Apertura del paracaídas y amerizaje |
| 3.- Trayectoria balística | 6.- Iniciación del ataque e impacto final |

(b) Según su trayectoria para alcanzar el blanco, pueden ser:

- Balísticos.
- Guiados desde el exterior:

El misil **Balístico** es aquel que durante un tiempo relativamente corto (el empleado en su trayectoria inicial), respecto del total de su recorrido es autopropulsado y autoguiado sin precisar de información alguna procedente del exterior; durante el tiempo restante sigue una trayectoria balística hasta alcanzar el punto deseado.

El misil **Guiado** realiza su trayectoria mediante su fuerza propulsora y bajo la dirección de un sistema exterior de guiado, durante todo o la mayor parte del vuelo.

Mientras que el Misil Balístico va dirigido por un sistema inercial de navegación, el Guiado lo hace mediante la información que recibe del exterior procedente, bien de las ondas emitidas por los radares del buque lanzador y que se reflejan sobre el blanco, o bien por radiaciones infrarrojas, acústicas u otras, o bien de la información procedente de otra plataforma (sea buque, aeronave o submarino). La trayectoria del misil Balístico discurre en su mayor parte por fuera del espacio atmosférico, para evitar la influencia de las fuerzas aerodinámicas, mientras que la del Guiado es a cotas bajas que llegan a alcanzar alrededor de los tres metros sobre la superficie del agua. En cuanto al alcance, el misil Balístico puede sobrepasar las 10.000 millas y el Guiado las 50 millas.

En la medida que los radares aumentan su capacidad para guiar un número plural de misiles, también los buques deben de poder lanzar varios misiles simultáneamente, por lo que el lanzador orientable se va sustituyendo por un lanzador múltiple de tipo vertical.

2.9 LA GUERRA ELECTRÓNICA

Es el conjunto de acciones estratégicas, tácticas y técnicas utilizadas por uno de los contendientes con objeto de obtener información, anular o minimizar eficacia del radar, comunicaciones, sistemas de guía u otros dispositivos emisores y receptores de ondas radiales, usados por el enemigo.

Para las comunicaciones, sistemas de guía, sistemas de detección y control mediante las correspondientes antenas se utiliza la electrónica combinada con técnicas de Óptica (Optrónica) y de emisión de infrarrojos.

La Guerra Electrónica comprende las tres modalidades siguientes:

(a) Medidas de apoyo a la Guerra Electrónica, ESM (Electronic Support Measures).- Son las acciones dirigidas a la obtención de la presencia, posición, trayectoria y tipo de cualquier amenaza, mediante el análisis de determinadas zonas del espectro de las radiaciones electromagnéticas emanadas de dicha amenaza, con objeto de reaccionar de la forma más adecuada.

Al no necesitar la emisión de ningún tipo de energía para su funcionamiento, se denominan “medidas pasivas”.

(b) Contramedidas Electrónicas, ECM (Electronic Countermeasures). - Son las acciones realizadas con el fin de impedir o dificultar al enemigo el uso eficaz de las ondas electromagnéticas. Al contrario de las anteriores, es necesaria para su utilización la emisión de energía propia, lo cual puede dar lugar a efectos similares a las acciones ESM, pero de signo adverso.

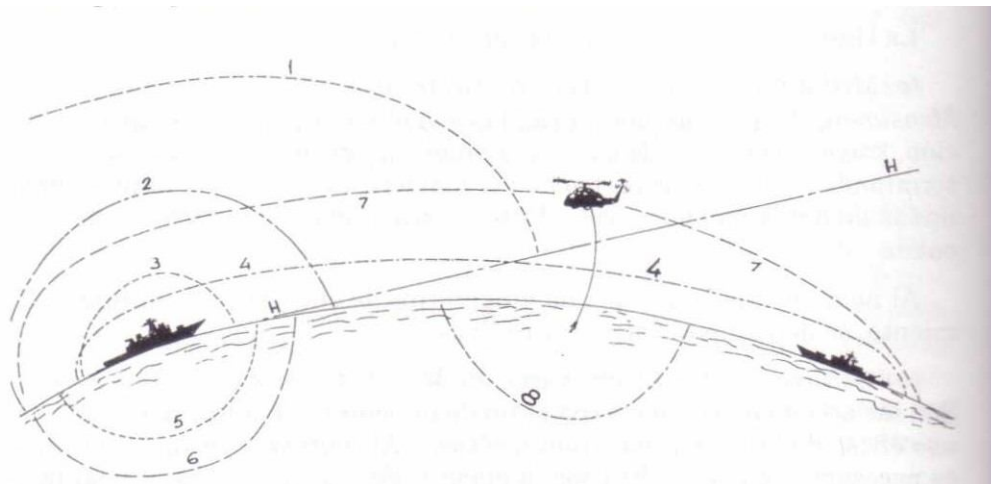
Los efectos principales que se buscan son la introducción de interferencias y de datos falsos en el sistema enemigo. Por ejemplo, el sistema puede introducir interferencias en el tren de pulsos del radar enemigo y devolverle muchos pulsos en lugar de uno solo, con lo que parecerá que existen muchos objetivos espaciados en diversas posiciones. Por otra parte, el falsear datos puede consistir en circular por una línea de retardo un pulso de radar y después de amplificarlo se devuelve al enemigo; como éste determina la posición del blanco por el tiempo empleado en la ida y vuelta de la energía transmitida, su radar situará el posible blanco a una distancia mayor que la verdadera.

(c) AntiContramedidas Electrónicas, ECM (Electronic Counter Countermeasures). - Son el conjunto de acciones encaminadas a anular o reducir la eficacia de las ESM y ECM enemigas, tratando de asegurar al mismo tiempo el uso efectivo del espectro electromagnético propio.

2.10 DEFENSA DE ZONA Y DEFENSA DE PUNTO

Se define como “Defensa de Zona” la que tiene por objeto proteger a los buques de una formación, de todo tipo de ataque exterior (superficie, aéreo y submarino), manteniendo una zona espacial de seguridad del mayor radio posible, mediante los adecuados sensores y armas, a las cuales se les denomina “Armas de Defensa de Zona”.

La “Defensa de Punto” es la destinada a la autoprotección de cada unidad contra cualquier blanco que penetre en un espacio esférico de radio sensiblemente menor que el de Zona, mediante un sistema de armas singular de corto alcance, denominado “Sistema de Armas para Defensa de Punto”, CIWS (Close-in Weapons System).

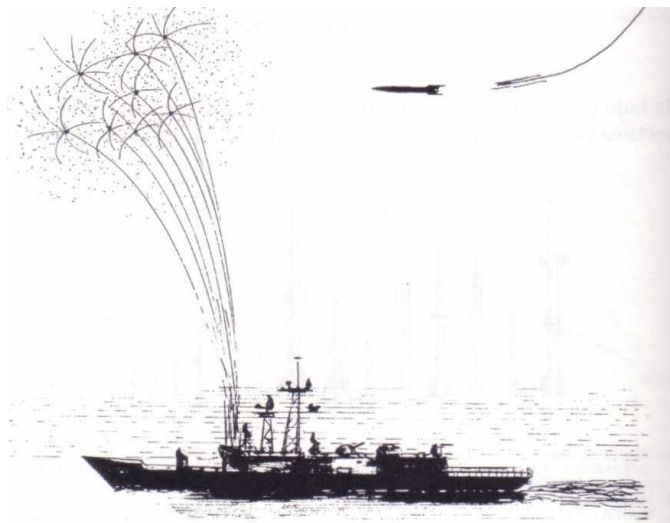


- 1.- Alcance de un misil SAM y del radar guía 6.- Alcance de los torpedos del buque
2.- Alcance del cañón 7.- Zona abarcada por los sensores del helicóptero
3.- Alcance de la Defensa de Punto 8.- Alcance de la escucha y torpedo del helicóptero
4.- Zona de actuación del engaño antitorpedos H.H.- Horizonte del buque propio

Además de estas contramedidas de tipo agresivo ante los misiles-amenaza, existen otras formas de defensa de tipo quasipasivo, como son las ECM ya mencionadas, y las que actúan como señuelo, es decir, las que desvían la atención del misil hacia un objetivo falso, sobre el que descarga su capacidad explosiva a suficiente distancia del buque amenazado. Este tipo de contramedidas van integradas en el Sistema de Combate, del que reciben la información sobre la presencia de la amenaza y son activados en el momento oportuno.

Por su rapidez de respuesta, sus escasas necesidades de espacio y de mantenimiento a bordo y por su relativo bajo coste, las contramedidas por señuelo son las más viables para protección de los buques contra misiles.

Como ejemplos se pueden citar los siguientes: El sistema CHAFF, el cual actúa creando confusión, distracción y seducción al misil cuyo medio de guiado se basa en la utilización de ondas de radio-frecuencia (RF), es decir, los misiles guiados por radar. La mayoría de los Chaff usa partículas dipolo de vidrio aluminizado, cortadas a la mitad de la longitud de onda de amenaza radar recibida. Cuando el dipolo es iluminado, resuena a la frecuencia del emisor, creando un eco radar falso. Se requieren varios millones de elementos individuales para generar una nube Chaff capaz de un falso blanco cuya sección recta sea equivalente a la de un buque de guerra.



Otros sistemas se basan en la explosión de cartuchos pirotécnicos, que actúan por seducción contra misiles que utilizan como guía los rayos infrarrojos creados por los focos caloríficos propios del buque, como por ejemplo, los gases de escape de la maquinaria propulsora. También se utilizan señuelos flotantes que actúan para seducción y distracción en RF.

2.11 LAS COMUNICACIONES

Tienen la misión de transmitir y recibir la información que coordina y de las operaciones navales. Su funcionamiento ha de ser seguro, eficaz y sin interferencias.

Hay dos tipos principales de comunicaciones: Interiores y Exteriores. Las primeras son las que se utilizan entre puestos del propio buque a través de teléfonos y equipos multicanales, principalmente. Las comunicaciones exteriores se intercambian con otras unidades aéreas, de superficie, submarinas o situadas en tierra, mediante radio-comunicaciones, vía satélite, por medios visuales (banderas, destellos luminosos, por rayos infrarrojos, etc.) y por medios acústicos (pitos, sirenas, etc.).

Las comunicaciones pueden ser en claro o criptográficas, precisando estas últimas de un centro a bordo para cifrar y descifrar los mensajes.

2.12 EL SISTEMA INERCIAL DE NAVEGACIÓN (INS)

Es el sistema por medio del cual los submarinos, misiles balísticos, aviones y buques en general, pueden navegar sin necesidad de adquirir datos del entorno ni de bases o estaciones exteriores.

La navegación inercial se desarrolló a partir de 1955, para resolver el problema de los submarinos nucleares con misiles balísticos "Polaris", consistente en proporcionar al misil una plataforma de referencia para establecer su trayectoria hasta un determinado blanco. Esta plataforma debe servir como referencia muy fiable del sistema de guía del misil, para lo que es imprescindible actualizar los datos hasta el momento de ser lanzado, lo cual se realiza gracias al INS del vehículo en que va instalado el misil (un submarino, por ejemplo). La precisión de los datos extraídos de un

INS es muy elevada, puesto que no se ven afectados por las variaciones de la velocidad y del rumbo, por las corrientes marinas, por los campos magnéticos, etc, que actúan sobre el vehículo en que va instalado.

El INS cumple estos requisitos funcionando correctamente en cualquier lugar que se encuentre, por lo que está totalmente bajo un control interno completamente independiente del exterior.

De forma sucinta, el INS se compone de una plataforma de referencia o “plataforma estable” que se mantiene normal al eje de giro de la Tierra, es decir, paralela al plano ecuatorial, y va instalada en un sistema de cardan, que proporcionan además el plano horizontal y la dirección Norte-Sur del lugar. Estos parámetros están controlados por la acción de tres giróscopos instalados en la plataforma, los cuales detectan los cambios de orientación actuando para mantener fija la referencia; estas actuaciones son recogidas en forma de datos para conocer en todo momento la posición del vehículo con respecto al sistema fijo.

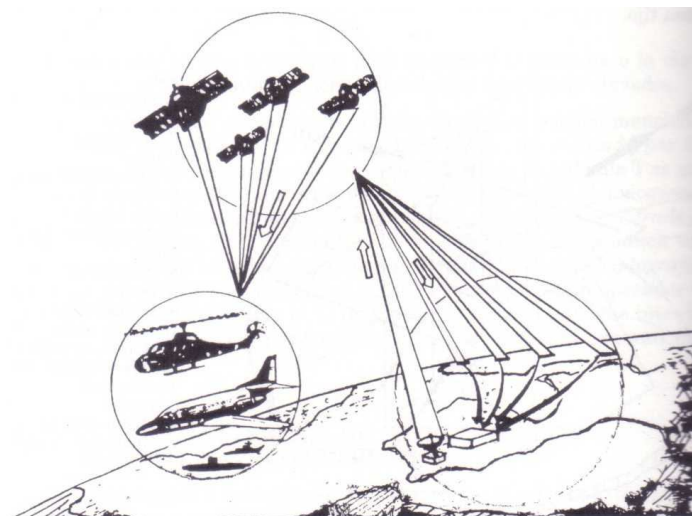
Los cambios de lugar se detectan mediante un sistema de acelerómetros sensibles a las variaciones de velocidad en direcciones Norte-Sur, Este-Oeste y en la de la aceleración de la gravedad. Los valores proporcionados por los acelerómetros entran en un ordenador que lleva a cabo, en función del tiempo, una primera integración para obtener las componentes vectoriales de la velocidad según los ejes de referencia. Una segunda integración dará las componentes del espacio recorrido, cuya suma vector proporciona la nueva posición.

Como se ha visto, el cardan de rumbo tiene tres grados de libertad, o que es lo mismo, libertad completa con respecto al vehículo en que está instalado el sistema, lo que le permite tomar cualquier posición respecto a él. Esta posición es la que cumple las condiciones iniciales y está conseguida gracias a la acción de los giróscopos.

El inconveniente de este sistema es el mismo que el de la navegación por estima, pues sus errores son acumulables y proporcionales al cuadrado del tiempo que dura la navegación. De ahí que el error por la aplicación del INS al misil balístico, sea menor que el que se acumulará al cabo de un tiempo de navegación de cualquier vehículo marino, abstracción hecha del error que el submarino transmitiría al sistema del misil en el momento de su disparo, al introducir los datos de referencia.

La solución de este inconveniente pasaría por la corrección periódica de los datos del INS, con otros de una fuente más fiable. Esa fuente podría ser el Sistema de Situación Global, GPS (Global Positioning System), consistente en una red de satélites artificiales girando alrededor de la Tierra en órbitas de ángulos diferentes, comunicados con estaciones terrestres y suministrando datos a estaciones receptoras en movimiento, las cuales pueden determinar su situación por este medio, con errores menores de cinco metros.

El GPS integrado con el INS permite corregir periódicamente los errores mutuos que puedan acumularse en uno y otro sistema, manteniendo de esa forma una alta fiabilidad.



Flujo de la información de un Sistema De Situación Global (GPS)

2.13 EL SISTEMA DE DATOS TÁCTICOS NAVALES

Es un sistema integrado por ordenadores, pantallas y modos de transmisión, cuya finalidad es aumentar la capacidad de mando de un determinado buque. Con esta potenciación se adquiere la posibilidad de evaluar ciertos datos tácticos procedentes de los diversos sensores, cuyos datos integrados se presentan en la Pantalla de Información Táctica una situación y las posibles acciones de defensa o ataque. De forma automática se inician acciones para responder a la clasificada por el Sistema como la mayor amenaza. Los datos se pueden transmitir entre buques que dispongan del NTDS. Los tipos de buque que disponen de este sistema son los que específicamente tienen misión de mando de flota o flotilla, como Portaaviones, Cruceros y buques de Mando Anfibio así como algún Destructor y Fragata. En el caso de Patrulleros es prácticamente nula la existencia de este sistema.

2.14 EL CENTRO DE INFORMACIÓN Y COMBATE (CIC)

Está dispuesto normalmente en dos compartimentos, uno de ellos, en muchos casos, situado anexo al Rente de Mando, en el que están instaladas y racionalmente dispuestas las consolas para la manipulación por el personal del Sistema de Combate, y el otro compartimento en donde están los equipos (denominado CIC de Equipos); ambos permiten cumplir las siguientes misiones:

- Recoger la información Táctica disponible suministrada por los sensores propios y por los de otras unidades integradas de la flota.
- Exponer esta información en pantallas adecuadas a las diversas situaciones aérea, de superficie y submarina.
- Evaluar la información, acción consistente en el planteamiento de la situación táctica y la decisión de las acciones a tomar en el orden adecuado.
- Difundir la información hacia otros centros del propio buque y a otras unidades de la flota a través de los sistemas de comunicaciones interiores o exteriores, respectivamente.

SECCIÓN 3
HISTORIA DEL PATRULLERO

3.1 INTRODUCCIÓN

La historia del buque patrullero, comienza como hemos reseñado anteriormente desde el inicio de los tiempos Basádonos en tal afirmación, a continuación mostraremos lo que de manera evidente parecen ser con total claridad sus más inmediatos ancestros. Es decir, los buques de protección de costas y puertos, los primigenios Torpederos y Cañoneros.

3.2 TORPEDEROS Y CAÑONEROS

Surgieron ante la necesidad de proteger las instalaciones costeras y los buques amarrados a puerto, frente a ataques de buques enemigos. También se les solían instalar pequeñas piezas de artillería (una o dos), para defensa. Pero su principal arma era el torpedo, apareciendo por primera vez en la historia el denominado buque *Torpedero*.

El torpedo, derivado de la mina naval, entró en servicio en la segunda mitad del siglo XIX. Fue la época del llamado torpedo de botalón, es decir, fijado en un palo montado en la proa de una pequeña embarcación que acometía al enemigo elegido.



Torpedero de botalón de EE.UU.

Finalmente, en el último cuarto de siglo se puso a punto el torpedo automóvil, que pronto demostró ser una poderosa arma naval. No obstante, los primeros torpedos autopropulsados tenían un alcance y una velocidad muy reducidos, por lo que para llevar a cabo un ataque se requería gran audacia, puesto que era necesario ponerse a tiro del armamento defensivo del enemigo. No obstante, poco tiempo después se pusieron a punto medios especiales, diseñados para eludir la ofensiva adversaria gracias a velocidad y a las pequeñas dimensiones. Uno de los primeros fue el francés *Torpilleur n°1*, de 100 t, construido en 1878 por los astilleros Claparède, de St. Denis, equipado con dos tubos lanzatorpedos, uno a proa y otro a popa, y dotado de dos máquinas alternativas horizontales que le imprimían una velocidad máxima algo superior a los 14 nudos.

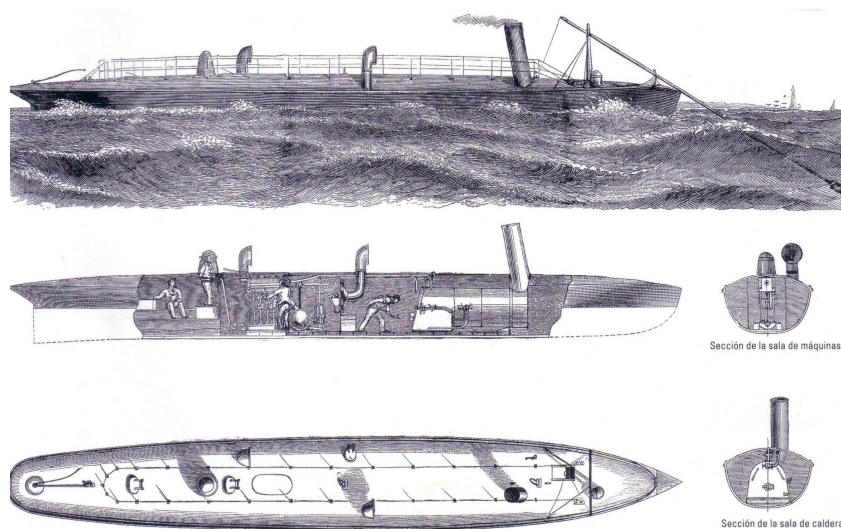
El año anterior, la sociedad Thornycroft, cuyos astilleros se hallaban en el Támesis, cerca de Londres, había construido el “*Lightning*”, una lancha de 20 t, de 27 m. de eslora, que podía alcanzar los 19 nudos. Inicialmente, el barco fue diseñado para llevar torpedos de botalón, pero Thornycroft decidió probar el torpedo Whitehead montado en un pescante de popa, una instalación que fue sustituida de inmediato por un

tubo de lanzamiento orientable montado en el centro del barco, y luego por dos tubos fijos en la proa. El Lightning, primera torpedera armada con torpedo, despertó el interés de la Marina británica, que encargó a diversos constructores medios experimentales de aquel tipo y se convenció del todo cuando uno de ellos, los astilleros Yarrow, en el otro extremo de Londres, consiguió llegar a los 22 nudos.



El “Lightning”, primer torpedero de la historia.

El único inconveniente que presentaba el torpedo se debía a que, aun siendo una arma ofensiva, únicamente podía usarse en funciones defensivas (en aguas costeras protegidas), dadas las malas cualidades marineras de los medios empleados para su lanzamiento. No obstante, el problema admitía dos soluciones: construir embarcaciones más grandes o, por contra, menores (que se conocerían como torpederas costeras o de segunda clase), embarcables a bordo de buques de guerra o cruceros (o también en unidades construidas a propósito) y aprovechar el momento justo para atacar la flota enemiga. Varias Marinas optaron por esta última solución: las de Rusia, Dinamarca, Italia, Gran Bretaña y Francia, aunque con diversas modalidades.



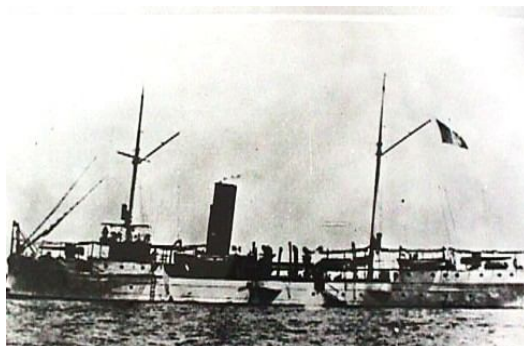
Torpedera rusa “Batum”

La idea de construir medios más grandes también tuvo sus adeptos, y estaban poniéndose a punto las llamadas torpederas de primera clase o de alta mar, la primera de las cuales, construida por Yarrow para la Marina rusa, fue la “Batum”, de 41 t, con una eslora de 30 m. y capaz de alcanzar los 22 nudos de velocidad. En 1884, las torpederas de primera clase habían pasado a formar parte de las Marinas mundiales: Rusia, interesada en proteger dos océanos, el Atlántico y el Pacífico, además del Mar Negro y el Báltico, disponía de 115 unidades; Italia tenía 30 de la clase Aldobaran de 40 t

(además de 14 torpederas costeras de 14 t clase Euterpe); y otras naciones las estaban comprando o construyendo en gran cantidad.

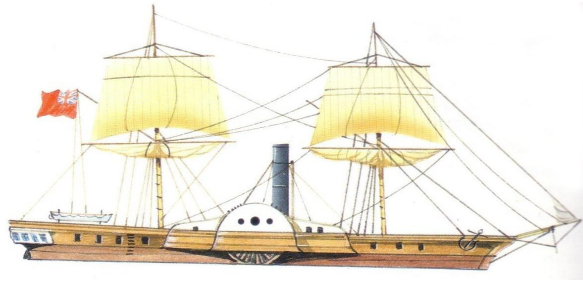
El año 1886, fue nombrado ministro de Marina de Francia el almirante Aube, representante de la Jeune Ecole, una escuela de pensamiento naval que favorecía las torpederas para la defensa costera y los cruceros rápidos para destruir el tráfico comercial. La concepción tradicional de la guerra en el mar, en cambio, se basaba en líneas de buques de guerra y en el bloqueo naval. Aube llevó a la práctica sus teorías, suspendiendo la construcción de nuevos acorazados y encargando en su lugar 14 cruceros rápidos y 34 torpederas de primera clase, a la vez que alentaba el desarrollo de los submarinos. Por consiguiente, Gran Bretaña se encontró enfrentada, de improviso, con una multitud de buques en el otro lado del canal de la Mancha que hubieran podido bloquearla con suma facilidad, así que se vio obligada a estudiar contramedidas adecuadas.

A medida que se fue comprobando la efectividad de este nuevo concepto de buque, se les fue prestando más atención, perfeccionando el sistema de torpedos (se les llegó a instalar más de un tubo), dotándolos de más maniobrabilidad, y mayor porte. Esto último permitió la instalación de piezas de artillería de mayor calibre, creando el concepto de *Torpedero-Cañonero*, y después el de *Cañonero*. Éstos últimos, iban equipados en principio con una gran pieza, que llegó a los 400 mm. de calibre, en los mayores cañoneros construidos dentro del Siglo XIX: Las unidades italianas Castore y Polluce, que desplazaban 650 toneladas. Después se abandonó este extremo, sustituyendo la enorme y lenta única pieza, por varias piezas de menor calibre, lo que los dotaba de una mayor velocidad de tiro.



Cañonero mejicano "Tampico"

Las medidas de defensa que se tomaron para los grandes buques, fueron; la instalación de redes metálicas en puertos y navíos (suspendidas en los costados mediante botalones metálicos), la compartimentación más exigente en los buques, generalizándose el uso del doble fondo, de los cofferdams, y la instalación de piezas de artillería, de pequeño calibre, de disparo rápido.



Cañonero británico "Alecto"

Pero la medida defensiva frente a estas naves más efectivas, fue la creación de otro tipo de embarcación, de un desplazamiento algo mayor (b que le permitía adentrarse en alta mar), destinada a combatir al torpedero: El *Cazatorpedero*.

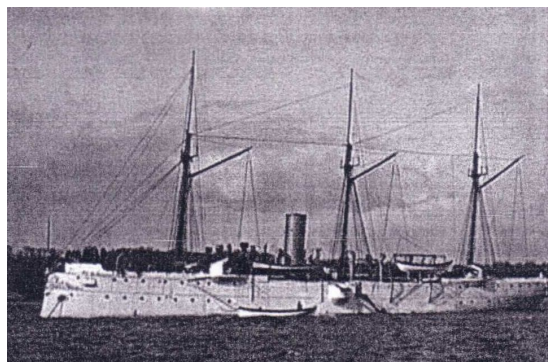


Cazatorpedero español "Proserpina"

3.3 CAÑONEROS Y GUARDACOSTAS ACORAZADOS

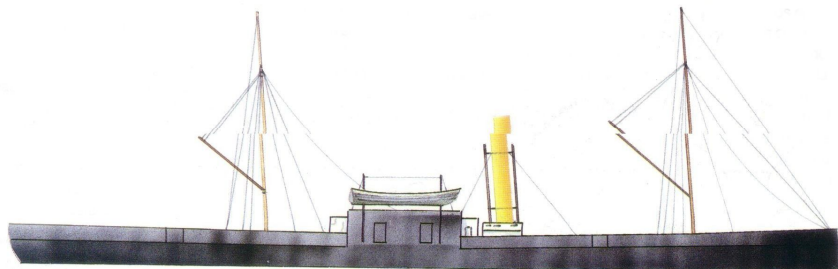
A la vez que se desarrolló el concepto de torpedero, en las dos últimas décadas del Siglo XIX, crecía otro nuevo concepto de buque, que si bien en principio tuvo menor relevancia que el torpedero, permaneció más tiempo en las flotas de la mayoría de los países: El *Cañonero o Guardacostas Acorazado* y el *Acorazado Costero*. Aunque estos buques empezaron a constuirse ya a finales del Siglo XIX, se siguieron construyendo hasta bien entrado el siglo XX.

El *Cañonero Acorazado*, nace en un principio del mismo concepto del que surgió el Cañonero. Era un buque de entre 60 y 100 m de eslora, en el cual se instalaban piezas de artillería de un tamaño igual que el de los acorazados más grandes de las flotas. Aunque estaba destinado a la protección costera, podía navegar en alta mar, aunque tenía una autonomía moderada, en comparación con los mayores buques de la flota.



Cañonero Acorazado norteamericano "Yorktown"

Por su parte, el Acorazado Costero, el cual nombramos por su función implícita en su nombre, se acercaba más al concepto de Acorazado que al concepto de Patrullero, que estamos intentando desarrollar.



Acorazado costero brasileño "Barroso"

Si bien hoy en día existen Patrulleros de porte considerable, estos buques eran pequeños acorazados, de entre 90 y 120 m. de eslora, con un armamento, desplazamiento, protección y autonomía, muy similar a los acorazados de su época.

3.4 LANCHAS TORPEDERAS Y ANTISUBMARINAS

A pesar de que los primeros torpederos habían perdido su efectividad, el concepto de una embarcación pequeña, de gran maniobrabilidad y de velocidades que superaban en mucho la de los pesados buques de guerra de principios de siglo, fue objeto de desarrollo por parte de muchos países, interesados en mantener su primacía naval.

El ejemplo más significativo de este desarrollo, fueron las lanchas Torpederas propulsadas por motores de explosión "MAS", construidas por la Marina de Guerra Italiana. Estas unidades han tenido una gran trascendencia en dicha Marina; de hecho, se han seguido desarrollando hasta 1.953. La configuración más habitual en lo que a armamento se refiere, consistía en dos torpedos de 450 mm, y un cañón de pequeño calibre o, dos ametralladoras situadas, una en proa y otra en popa.



Lancha torpedera italiana "MAS 400"

Seguidamente, otras Marinas de guerra fueron adoptando la fórmula de las "MAS", como la británica CMB, y ya en la Segunda Guerra Mundial, prácticamente todas las marinas participantes en el conflicto (excepto la japonesa), contaban con un

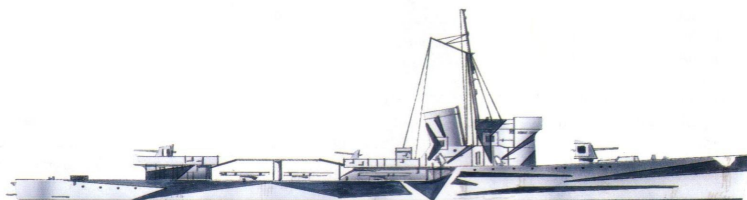
importante contingente de torpederas y cañoneras, no sólo destinadas a patrullar las costas, estuarios y aguas fluviales, sino que también tomaron parte decisiva, en acciones ofensivas, como es el caso de la campaña de las Islas Salomón.

La flota rápida de ataque está formada por un tipo especial de unidades navales que requiere una tripulación asimismo especial. Con anterioridad a la primera guerra mundial, la Armada italiana había experimentado con pequeñas unidades dotadas de torpedos, por el interés que comportaba el uso de dichas embarcaciones en el mar Adriático contra la flota del Imperio austrohúngaro.

En 1915, muchos civiles, llenos de entusiasmo, constituyeron un Cuerpo Nacional de Voluntarios Motonáuticos. Utilizaban sus propias embarcaciones para patrullar la costa, en espera de que estuvieran disponibles las pequeñas unidades, armadas con torpedos, construidas por la Società Veneziana Automobili Nautiche (SVAN). Las primeras embarcaciones recibieron el nombre de Motobarche Amate SVAN o MAS, pero en 1916 el significado de estas siglas sufrió un cambio, y ahora debían leerse Motoscafo Anti Sommergibili (lancha antisubmarinos). La razón de este cambio fue que al objetivo fundamental de estas pequeñas unidades se añadió la misión de atacar a los submarinos. En su construcción colaboraron otros astilleros.

La mayoría de MAS tenía una eslora de 15 a 30 m. y alcanzaban una velocidad máxima de 25 nudos. Con una tripulación de ocho hombres, perfectamente entrenados, se organizaban flotillas de hasta 60 unidades, aun cuando para las misiones de caza trabajaban de dos en dos. Algunos MAS disponían de un motor eléctrico auxiliar que, al ser más silencioso que el principal, de gasolina, les permitía un sigiloso acercamiento al objetivo.

Al final de la primera guerra mundial había 350 MAS en servicio, a causa de lo cual el Estado Mayor seguía mostrando un gran interés, hasta el punto de que cinco de ellos seguían en servicio en 1939. En los años de entreguerras, se perfeccionaron notablemente los motores de gasolina para embarcaciones, sobre todo por parte de la Società Isotta Fraschini; se optó por grandes diámetros de cilindro, menores recorridos de los pistones y regímenes intermedios, mejoras que permitieron alcanzar altas velocidades hasta superar los 40 nudos en aguas costeras. Dichos motores fueron instalados a bordo de los MAS 501 a 525, y posteriormente a la serie 526 a 549, que tenía un casco de eslora algo superior. Hasta esta última serie, los MAS se construían con armazón y casco de madera, mientras que a partir del modelo 550 los cascos fueron de metal.



Cañonero italiano "Daga"

En realidad, esas unidades eran poco maniobrables con mar agitada e iban relativamente poco armadas para las misiones ofensivas, puesto que únicamente

disponían de una ametralladora, cargas de profundidad y dos torpedos, pero el Estado Mayor tenía gran confianza en la preparación y habilidad de las tripulaciones.

Por otra parte, la Armada italiana procuraba sacar inmediata ventaja de la eventual superioridad técnica de otros países. Por ejemplo, resultaba bastante evidente que las S-Boote (lanchas rápidas) alemanas eran técnicamente superiores, pero los alemanes se mostraban poco inclinados a ceder su tecnología a sus propios aliados. En 1941, sin embargo, después de la conquista de Yugoslavia, la Armada italiana entró en posesión de seis S-Boote, que la Marina Real Yugoslava había obtenido de Alemania entre 1935 y 1939.

Las prestaciones de los MAS y de las lanchas torpederas (MS) tuvieron resultados contradictorios durante la segunda guerra mundial. En algunos casos, como en la destrucción del crucero británico “Capetown”, en el mar Rojo (abril de 1941), a cargo del MAS 213, estas embarcaciones lograron actuar con total éxito, igual que en el pasado, pero dos sucesos hicieron su vida realmente difícil: el radar y la aviación.



Lancha torpedera italiana “MAS 555”

Los encuentros alrededor de Malta, de 1940 a 1943 pusieron de manifiesto todas las debilidades y todo poder de los MAS y de las MS. En agosto de 1942 se utilizaron para atacar el convoy “Pedestal”. Las posibilidades de que Malta consiguiera sobrevivir como base dependía de la llegada de los aprovisionamientos que llevaba aquel convoy, y especialmente del combustible transportado por los petroleros “Ohio” y “Santa Elisa”. Cuando los 15 mercantes del convoy zarparon de Gibraltar, iban escoltados por 45 buques de guerra.

El ataque se produjo de repente: el portaaviones “Tagle” fue hundido por un submarino alemán poco después de la salida. En la noche del 13 de agosto, tan pronto el convoy se acercó al brazo de mar entre Sicilia y el cabo Bon, en la costa tunecina, atacaron las MS 11 y 22. Parcialmente ocultas por los restos del destructor británico “Havock”, las dos pequeñas unidades consiguieron alcanzar al crucero “Manchester”, que finalmente se hundió. Luego, la MS 26 lanzó un torpedo contra el mercante “Rochester Castle”, evitando el intenso fuego enemigo.

Entretanto, la superficie del Mediterráneo quedó iluminada por las bengalas y los reflectores; se localizaron las lanchas torpederas MS 23 y MS 25, que consiguieron alejarse bajo el intenso fuego, pero la MS 31 torpedeó al mercante “Clenorchy”, mientras los MAS 552 y 554 aprovechaban la confusión para hundir el “Wairangi”. El MAS 564 obtuvo un notable éxito: detectó y atacó al dañado petrolero “Santa Elisa” (cuya escolta apenas había respondido a un ataque del MAS 557) y su torpedo, perfectamente dirigido, hizo saltar el buque por los aires. El petrolero “Ohio” también fue alcanzado por el torpedo de un MAS y gravemente dañado, pero consiguió llegar a

La Valletta, gracias a la ayuda de dos destructores que lo mantuvieron a flote sosteniéndolo por los costados. Por tanto, los acontecimientos demostraron que la fe puesta por la Marina italiana en sus unidades de ataque rápido y en sus tripulaciones estaba plenamente justificada.

3.5 CONSOLIDACIÓN DE TORPEDERAS Y CAÑONERAS.

En estas décadas de desarrollo desde el primer torpedero, son innumerables las modificaciones, adelantos técnicos, aplicados a este tipo de buque, así como las clases creadas. En parte, el motivo de que este tipo de buque, pequeño, rápido y de ámbito costero en principio, haya sufrido más modificaciones desde su origen que otros tipos de buque, se debe a su pequeño coste en comparación con otras unidades navales, permitiendo una construcción y uso en masa durante conflictos bélicos, que desgraciadamente han sido siempre excelentes campos de pruebas para la tecnología en general.

El ejemplo más claro de este desarrollo, lo podemos observar en las S26 alemanas (1945), que no se parecían ya en nada, a sus antiguas antecesoras de principios del conflicto, tan sólo 6 años atrás. Llevaban integrados los tubos lanzatorpedos en el casco, recordando al sistema usado por los submarinos, tenían una eslora de 35 m, desplazaban 122 toneladas, 7500 HP de potencia, una velocidad máxima de 42 nudos y una autonomía de 700 millas a 35 nudos.

Desde la Segunda Guerra Mundial, hasta nuestros días, el desarrollo y construcción de las patrulleras, ha sido constante, si bien se ha tendido a generalizar sus funciones, destinándolas a patrulla de aguas costeras, fluviales e incluso interiores. Además, se han especializado según su porte, llegando a velar por las flotas pesqueras en mar abierto, no sólo como protección, sino como parte de equipos de salvamento.

3.6 DEL TORPEDO AL MISIL.

Debido a la creación de las grandes flotas oceánicas, el desarrollo de las patrulleras, y los nuevos y grandes avances en el campo de los misiles, un nuevo tipo de buque surgió como consecuencia de todos estos adelantos, dejando de lado el ya por otro lado concepto de torpedero, que quedó relegado sólo a torpederas convertibles: La lancha Lanzamisiles.

Estos buques, que entraron en escena en la década de los setenta, representaban una gran amenaza contra buques de gran desplazamiento, debido a su considerable velocidad, y al alcance y capacidad de destrucción de su armamento. La única opción defensiva frente a estos buques, dentro de su radio de acción, fue la de la aviación.

Este nuevo tipo de embarcación, tuvo una gran proliferación en especial en la marina de la Unión Soviética, y en la de sus aliados. Las clases más famosas fueron la clase "Osa", y la clase "Komar".



Patrullero egipcio Clase "Osa"

Nuevos adelantos surgieron en las cañoneras para combatir a las nuevas lanchas Lanzamisiles, en mares cerrados como el Mediterráneo. Pondremos como ejemplo las cañoneras norteamericanas de la clase "Asheville", construidas casi íntegramente en aluminio, y con un revestimiento de fibra de vidrio, como medida para evitar la detección por Radar.

Respecto al sistema de armamento, sirvieron de banco de pruebas para multitud de sistemas, como lanzamisiles superficie-superficie, morteros de tiro contra objetivos en tierra (usados en la guerra de Vietnam), etc.

3.7 EL CONCEPTO ACTUAL DEL PATRULLERO

El concepto actual del patrullero, que no su función, la cual sigue siendo la misma desde el principio, es la consecuencia directa del estudio desde finales del siglo XIX de sus antecesores, aunando sus características y funciones principales. Las cuales han quedado sencillamente resumidas en tres fácilmente distinguibles: Casco ligero, gran velocidad y capacidad importante de ataque.

PARTE 2^a CÁLCULOS

SECCIÓN 4
DIMENSIONES PRINCIPALES Y
COEFICIENTES DE FORMAS BÁSICOS

4.1 DIMENSIONAMIENTO

La realización del dimensionamiento, es decir, de la obtención de las medidas principales de nuestro buque, se realizará basándonos en los estudios realizados por Enrique Casanova Rivas en su libro *“El Buque de Guerra”* y en el artículo publicado en la revista *“Ingeniería Naval”*, *“Estudio Paramétrico de Buques de guerra”* de P. Morales, E. López Iniesta y J. Coello Brufau.

Los requisitos mínimos establecidos en la realización de este proyecto son los siguientes:

- Eslora mínima entre perpendiculares de 50 m.
- Desplazamiento de 400 TM.
- Velocidad de 22 nudos

Comenzaremos el dimensionamiento con la obtención de la eslora, al menos, al principio de manera orientativa y básica. Para ello usaremos el estudio realizado en *“El Buque de Guerra”* y más específicamente la tabla correspondiente a *“Aproximación al dimensionamiento de la plataforma durante la segunda fase del proyecto”* empleando la Tabla XII.

TABLA XII

| Desplazamiento (t) | Tipo de buque | V (nudos) | V/\sqrt{L} |
|--------------------|---------------|-----------|--------------|
| > 20.000 | Acorazado | > 27 | 1,82 - 2,05 |
| > 35.000 | Portaaviones | > 30 | 1,80 - 1,90 |
| < 35.000 | Portaaviones | > 25 | 1,86 - 2,10 |
| > 8.000 | Crucero | > 30 | 2,48 - 2,65 |
| > 4.000 | Destructor | > 30 | 2,52 - 2,85 |
| > 2.500 | Fragata | > 26 | 2,50 - 2,85 |
| > 800 | Corbeta | > 20 | 2,25 - 2,38 |
| > 300 | Patrullero | >35 | 4,65 - 4,80 |
| > 300 | Patrullero | > 20 | 2,85 - 3,00 |

Observando la tabla comprobamos que nuestro buque se encuentra situado en el último lugar. Realizando la siguiente operación, usando nuestros requisitos mínimos de proyecto y despejando con la velocidad de 22 nudos obtenemos:

$$\frac{V}{\sqrt{L}} = (2,85 - 3,00)$$

- $L_{pp} = 53,77777778$ m. (Sabido que es un 97% de la L_T)
- $L_T = 55.39111111$ m.

Una vez realizado el cálculo aproximado y teniendo en cuenta la necesidad de cumplir unos objetivos básicos, tan importantes en un buque de guerra se procederá a un

estudio mas exhaustivo de sus dimensiones principales. Para ellos utilizaremos el otro estudio mentado el “*Estudio Paramétrico de Buques de Guerra*”. Y utilizando la tabla incluida en dicho estudio e interpolando en este caso con nuestro desplazamiento de 400 Tm.

| BUQUE | ESLORA | MANGA | PUNTAL | DPC |
|-------|--------|--------|--------|------|
| 1 | 85,00 | 10,40 | 6,200 | 1507 |
| 2 | 124,35 | 13,79 | 9,144 | 3535 |
| 3 | 126,49 | 14,16 | 8,763 | 3855 |
| 4 | 110,80 | 13,00 | 8,865 | 3774 |
| 5 | 81,00 | 10,105 | 6,200 | 1352 |
| 6 | 49,10 | 7,280 | 3,950 | 300 |

$$L_{pp} = 49,1 + (400 - 300) \times \left(\frac{81 - 49,10}{1352 - 300} \right) \Rightarrow L_{pp} = 52,13231939m.$$

$$B = 7,280 + (52,132 - 49,1) \times \left(\frac{10,105 - 7,280}{81 - 49,1} \right) \Rightarrow B = 7,548536122m.$$

$$H = 3,950 + (52,132 - 49,1) \times \left(\frac{6,200 - 3,950}{81 - 49,1} \right) \Rightarrow H = 4,163878327m.$$

“Dimensiones Principales”

| | |
|---|------------------|
| Eslora entre perpendiculares (L _{pp}) | = 52,13231939 m. |
| Eslora Total (L _T) | = 53,69623897 m. |
| Manga (B) | = 7,548536122 m. |
| Puntal de trazado (H) | = 4,163878327 m. |
| Calado de proyecto (T) | = 2,057233719 m. |

4.2 COEFICIENTES DE FORMAS

Una vez realizados los cálculos correspondientes, hemos obtenido unas dimensiones principales. Los coeficientes los desarrollaremos al estar dentro de los parámetros lógicos del artículo publicado en la revista “Ingeniería Naval”, “*Selección de formas para desarrollar una serie sistemática de buques desplazamiento de alta velocidad de formas redondeadas (Serie Bazán 80)*” de R. Martín y H. Sierra. Pero aún teniendo en cuenta estas suposiciones, ejecutaremos las comprobaciones oportunas.

Para la realización de estas comprobaciones, usaremos la tabla incluida en el artículo correspondiente a la “*Serie Bazán 80*”.

| | | |
|------|---------|------|
| 0,35 | ≤ CB ≥ | 0,55 |
| 5,7 | ≤ (M) ≥ | 7,9 |
| 4,5 | ≤ L/B ≥ | 8,0 |
| 2,5 | ≤ B/T ≥ | 4,5 |

| | | |
|-----------------------------|---------------|----------|
| Coefficiente de Bloque (CB) | = 0,481593174 | → Valido |
| Parámetro (M) | = 7,136240926 | → Valido |
| Relación L/B | = 6,906282032 | → Valido |
| Relación B/T | = 3,669443581 | → Valido |

$$\Delta = L \cdot B \cdot T \cdot CB \cdot \gamma \Rightarrow CB = \frac{\Delta}{L \cdot B \cdot T \cdot \gamma} = 0,481593174m.$$

$$\nabla = L \cdot B \cdot T \cdot CB = 52,13231939 \cdot 7,548536122 \cdot 2,057133719 \cdot 0,481593174 \Rightarrow$$

$$\nabla = 389,8635477m^3$$

$$(M) = \frac{L}{\frac{1}{\nabla^3}} \Rightarrow (M) = 7,136240926$$

$$L/B = \frac{52,13231939}{7,548536122} = 6,906282032m.$$

$$B/T = \frac{7,548536122}{2,057133719} = 3,669443581m.$$

Claramente los resultados obtenidos están dentro de los parámetros de la “Serie Bazán 80”. Pero dado que nuestro buque tiene unas dimensiones diferentes, pero desarrollado dentro de la serie, utilizando para estudiar estas diferencias el capítulo de “Derivación de formas” del libro “Proyecto Básico del Buque Mercante” de R. Alvariño, J.J. Azpíroz y M. Meizoso.

“DERIVACIÓN DE FORMAS”

En este procedimiento se comienza por la elección de las formas de un buque base, que se juzgan apropiadas y mediante transformaciones geométricas se convierten los parámetros principales de formas del buque base en los parámetros correspondientes del buque que se está proyectando.

Las transformaciones clásicas de la derivación de formas son:

(a) Transformación afin.- Esta transformación permite modificar las dimensiones principales del buque base para lograr las dimensiones principales deseadas.

La transformación aplicada a cada punto, (x,y,z) de la carena es:

$$X = (L_{pp} / L_{ppb}) \cdot X_b$$

$$Y = (B / B_b) \cdot Y_b$$

$$Z = (T / T_b) \cdot Z_b$$

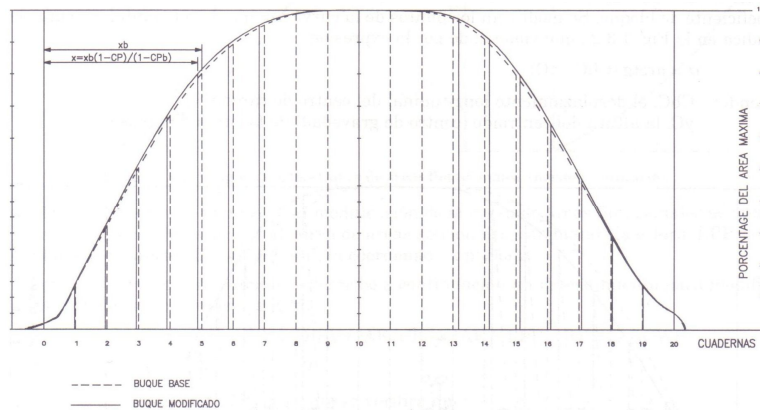
Donde la letra (b) se aplica a la característica correspondiente al buque base. Por ejemplo: B_b es la manga del buque base y B es la manga del buque en proyecto.

Es de resaltar que la transformación afín mantiene inalterados los coeficientes de forma, o sea son iguales los del buque base y el buque resultado de la transformación.

(b) Incremento de la longitud del cuerpo cilíndrico.- En este caso la transformación es solamente en sentido longitudinal y consiste en añadir o quitar una longitud constante (M) alrededor de LPP/2, es decir:

$$\text{Para } x_b > LPP / 2 \quad x = x_b + M$$

(c) Modificación del coeficiente prismático.- Esta transformación permite, manteniendo constantes las dimensiones principales, LPP, B y T, cambiar el coeficiente prismático, CP.



La transformación, como se deduce de la imagen, en la que se representan las curvas de áreas seccionales del buque base y del modificado, se puede expresar de la forma siguiente:

Para $0 < x < LPP / 2$:

$$x = x_b \cdot (1 - CP) / (1 - CP_b)$$

Para $x = LPP / 2$: $x = x_b$

Para $LPP / 2 < x < LPP$:

$$x = x_b \cdot (1 - CP) / (1 - CP_b) + (CP - CP_b) / (1 - CP_b) \cdot LPP$$

Esta modificación puede presentarse como **modificación del coeficiente de bloque (CB)**, si se mantiene constante el coeficiente de la maestra, CM:

Para $0 < x < LPP / 2$:

$$x = x_b \cdot (CM - CB) / (CM - CB_b)$$

Para $x = LPP / 2$: $x = x_b$

Para $LPP / 2 < x < LPP$:

$$x = x_b \cdot (CM - CB) / (CM - CB_b) + (CB - CB_b) / (CM - CB_b) \cdot LPP$$

Con esta transformación se pierde el control de la longitud del cuerpo cilíndrico. Si se desea controlar dicha longitud, o por otros motivos, se utiliza una transformación cuadrática, que puede ser el ompendio de todas las transformaciones y está representada por la expresión:

$$x = M + N \cdot x_b + P \cdot x_b^2$$

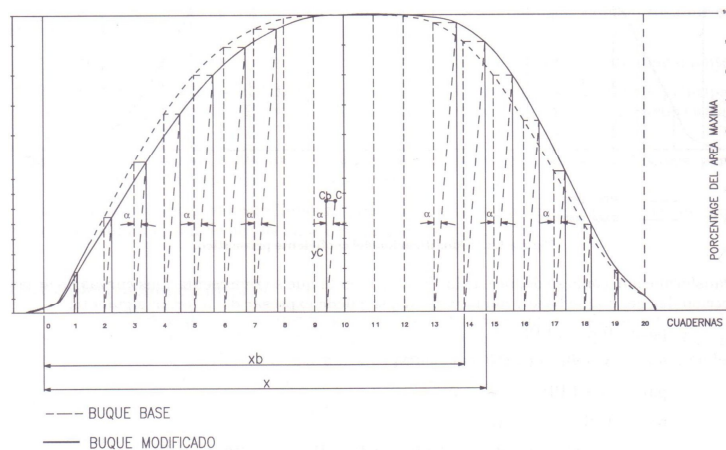
Teniendo presente que la solución a los problemas geométricos planteados anteriormente se resuelven con herramientas informáticas, se puede esquematizar que el procedimiento informático que se sigue en éstas y en todas las transformaciones longitudinales (en x) suele consistir en una transición de las secciones clásicas de trazado (secciones entre 0 y 20) del buque base, x_b , a la nueva posición, x. En general, las secciones trasladadas no coinciden con las secciones clásicas, aunque sí definen la nueva superficie del casco, permitiendo obtener a continuación las secciones clásicas cortando la superficie, o interpolando entre las líneas.

(d) Modificación de la situación longitudinal del centro de carena.- Esta transformación está basada en la deformación de la curva de áreas seccionales, manteniendo el coeficiente de bloque. Se modifican los puntos de la curva un ángulo constante, que viene dado por la expresión:

$$a = \arctg (CbC / yC)$$

Siendo: CbC , el desplazamiento longitudinal del centro de carena.

yC , la altura del centroide (centro de gravedad) de la curva de áreas.



Volviendo a la definición de los parámetros principales del buque, así como sus coeficientes, y teniendo en cuenta los resultados anteriores, hemos utilizado el programa Shipshape y más concretamente su módulo M1, obteniéndose los coeficientes siguientes:

| | | |
|----------------------------|---|--------|
| Coefficiente de Bloque | = | 0,4498 |
| Coefficiente Prismático | = | 0,6400 |
| Coefficiente de la maestra | = | 0,7028 |

Definiremos a continuación la última dimensión, o parámetro principal totalmente necesaria para el desarrollo del proyecto de nuestro buque; el **Francobordo**. Para obtenerlo y dado que nuestro buque posee un francobordo tabular, el cual es definido en el capítulo de “Francobordo” del libro “Proyecto Básico del Buque Mercante” de R. Alvaríño, J.J. Azpíroz y M. Meizoso. Y más específicamente de la tabla correspondiente.

| Eslora (m) | Frbordo. (mm) | Eslora (m) | Frbordo (mm) |
|---------------|------------------|---------------|-----------------|
| 24 | 200 | 93 | 1029 |
| 25 | 208 | 94 | 1044 |
| 26 | 217 | 95 | 1059 |
| 27 | 225 | 96 | 1074 |
| 28 | 233 | 97 | 1089 |
| 29 | 242 | 98 | 1105 |
| 30 | 250 | 99 | 1120 |
| 31 | 258 | 100 | 1135 |
| 32 | 267 | 101 | 1151 |
| 33 | 275 | 102 | 1166 |
| 34 | 283 | 103 | 1181 |
| 35 | 292 | 104 | 1196 |
| 36 | 300 | 105 | 1212 |
| 37 | 308 | 106 | 1228 |
| 38 | 316 | 107 | 1244 |
| 39 | 325 | 108 | 1260 |
| 40 | 334 | 109 | 1276 |
| 41 | 344 | 110 | 1293 |
| 42 | 354 | 111 | 1309 |
| 43 | 364 | 112 | 1326 |
| 44 | 374 | 113 | 1342 |
| 45 | 385 | 114 | 1359 |
| 46 | 396 | 115 | 1376 |
| 47 | 408 | 116 | 1392 |
| 48 | 420 | 117 | 1409 |
| 49 | 432 | 118 | 1426 |
| 50 | 443 | 119 | 1442 |
| 51 | 455 | 120 | 1459 |
| 52 | 467 | 121 | 1476 |
| 53 | 478 | 122 | 1494 |
| 54 | 490 | 123 | 1511 |
| 55 | 503 | 124 | 1528 |
| 56 | 516 | 125 | 1546 |
| 57 | 530 | 126 | 1563 |
| 58 | 544 | 127 | 1580 |
| 59 | 559 | 128 | 1598 |
| 60 | 573 | 129 | 1615 |

Francobordo = 0,467 m.

Y con este valor, terminamos la definición básica que se propuso al principio del capítulo, a continuación procederemos a la realización de un estudio más completo y exhaustivo.

SECCIÓN 5
FORMAS DEL BUQUE

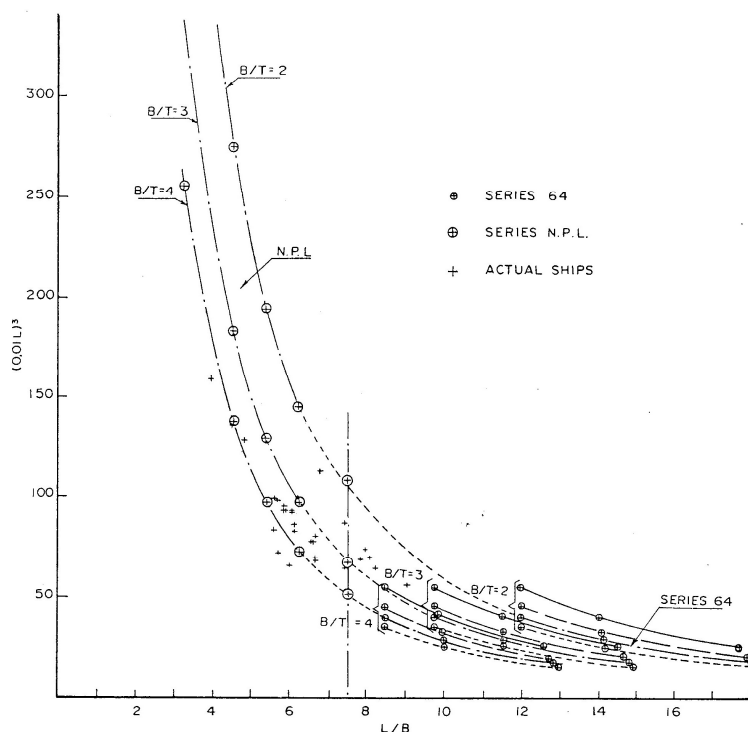
5.1 ESTUDIO DE LAS FORMAS

En el estudio de formas, hay que tener en cuenta, que una vez calculadas las dimensiones principales, la utilización de programas informáticos para el alisado de las formas del buque.

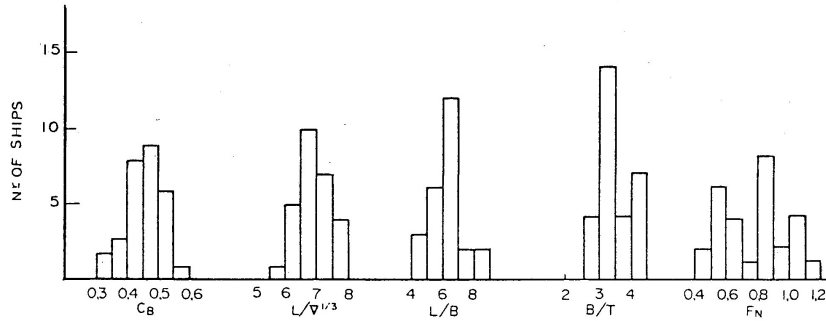
Sin embargo dado que las formas en este proyecto están basadas en el artículo publicado en la revista "Ingeniería Naval", "Selección de formas para desarrollar una serie sistemática de buques desplazamiento de alta velocidad de formas redondeadas (Serie Bazán 80)" de R. Martín y H. Sierra, las desarrollaremos de acuerdo con este estudio.

En el artículo y parafraseando a los autores, estos afirman que el medio más seguro para estimar las formas de un prototipo de buque patrullero rápido es, sin duda acudir al propio archivo de datos procedentes de proyectos análogos anteriores, sobre todo si estos son numerosos y se ha analizado cuidadosamente el comportamiento de los buques construidos de acuerdo con tales proyectos

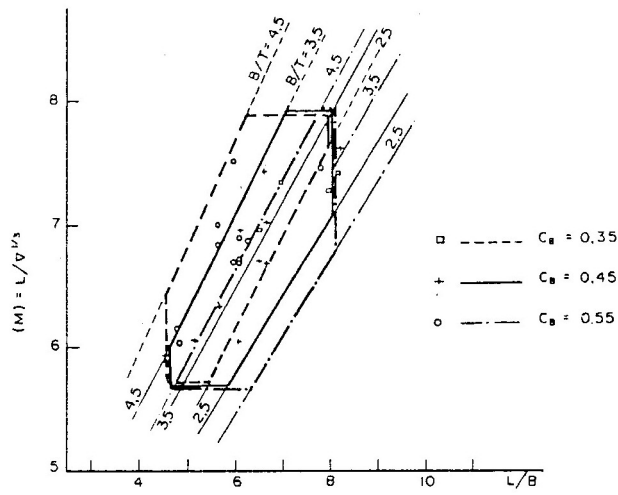
A continuación explicaremos brevemente las características de la serie, así como los estudios realizados para su realización.



Serie "Bazán 80" comparada con otras dos series.

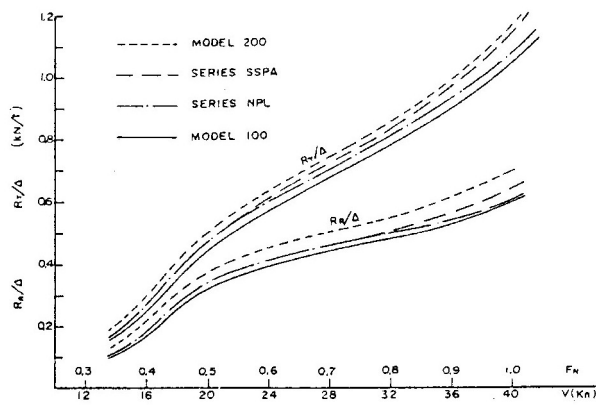


Distribución estadística de diversos parámetros



Limites de la Serie

En estas figuras están representadas las características de las formas ya mencionadas, pero también hay que considerar el estudio realizado mediante ensayos en el Canal de la Escuela de Ingenieros Navales de Madrid. Donde tuvieron lugar los ensayos de Resistencia en Aguas Tranquilas y comportamiento en Olas.



Resistencia en aguas tranquilas

Como ya comentamos anteriormente, se requiere de programas informáticos para el estudio de las formas, citaremos como ejemplo el ya mencionado Shipshape, y más concretamente en este caso a través de su módulo M1 "Project Hull Geometry".

Cuya misión es identificar (opcionalmente alisar), ensamblar, chequear y visualizar las formas del buque. Estas formas del buque deberán existir inicialmente en forma de cartilla de trazado o de plano de formas, aunque no sea de forma muy detallada. El casco puede ser dividido hasta en cincuenta zonas diferentes, las cuales se manejan independientemente por el módulo, y más tarde estas zonas se ensamblan para configurar el buque completo.

5.2 ESTUDIO DE LAS SUPERFICIES

Para la realización de este estudio explicaremos brevemente el concepto de superficie de un buque, basándonos en la teoría expuesta por A. Bonilla en su libro “*Teoría del Buque*”. Donde resume que la representación habitual de la superficie de un buque es el conjunto de líneas generadas por la intersección de este con una serie de planos paralelos a los principales. Estas líneas se denominan secciones transversales, longitudinales y líneas de aguas.

La intersección dos a dos de este sistema de curvas genera una serie de puntos que son compatibles en las proyecciones definidas. El método de definición se apoya, por tanto, en los siguientes puntos:

- El sistema de referencia se compone por series de planos paralelos a los principales.
- El origen de coordenadas es elegido por el usuario, pudiendo ser escogido en cualquier posición. Suele fijarse como origen del sistema la perpendicular de popa, ya que la información inicial (abscisas, semimangas, etc.) suele referirse a dicho punto.

Las líneas de definición de la superficie son:

(a) Curvas Limite.- Definidas con una o dos proyecciones, según sea necesario. Estas son:

- Perfiles de proa y popa.
- Líneas de tangencia del fondo y del costado plano.
- Línea de altura máxima, definida siempre por encima de la amurada.
- Sección transversal que delimita una zona de subdivisión.
- Cualquier otra línea que delimite una zona de subdivisión.

(b) Curvas codillo.- Definidas con una o dos proyecciones, según sea necesario. Por ejemplo: Espejo de popa, ya sea vertical o inclinado.

(c) Curvas segmento.- Definidas con una o dos proyecciones, según sea necesario.

(d) Curvas segmento.- Definidas con una o dos proyecciones, según sea necesario.

(e) **Curvas de sustentación.-** Definidas con una o dos proyecciones, según sea necesario. Estas son aquellas que definen sobre las secciones, transversales, longitudinales y líneas de agua una intersección.

(f) **Secciones del buque por planos paralelos a los principales.-** Definidas con una proyección a una dimensión constante.

Las curvas límite y codillos se definirán con dos proyecciones cuando no estén en un plano paralelo a los de proyección.

Las partes planas como costados y fondo, no se tratan como zonas, sino que el programa automáticamente las entiende como tales.

5.3 ESTUDIO DE LA DIVISIÓN DEL CASCO

La superficie del casco puede ser manejada entera o ser subdividida en zonas reservadas. La primera opción tiene como contraindicación la dificultad del manejo y alisado de las curvas, así como la limitación en número de curvas y puntos de estas por zonas.

Por ello es conveniente subdividir el buque en al menos 2 zonas; un cuerpo de proa y otro de popa, evitando el cuerpo cilíndrico que el sistema lo entiende automáticamente. En ambas zonas no es necesario definir las mismas curvas, por ejemplo, definir una línea de agua a dos metros; si no aquellas que sean necesarias para obtener una superficie lisa en ambas zonas.

El proceso de alisado es equivalente en este programa al realizado en las salas de gálibos. Su final se produce cuando el usuario juzga que la superficie está lo suficientemente bien definida para su uso posterior en el resto de los programas. Como resultados de los datos introducidos en este modulo, obtenemos los siguientes resultados:

- Cálculos Hidrostáticos.
- Carenas Inclinas.

5.4 ESTUDIO DE LAS CUBIERTAS

Para este estudio es imprescindible el uso de nuevo del programa Shipshape en este caso a través de su modulo M2 "*Decks, ext. Arrangement*", es el que se utiliza para definir las cubiertas del buque. El sistema de cuadernas será la base para la fijación en eslora de los elementos que compondrán la geometría del buque, se podrán definir con arrufos y bruscas rectas y/o parabólicas).

Los cálculos internos se llevan a cabo teniendo en cuenta que el origen del eje de abscisas está en la perpendicular de popa. La definición de un sistema de cuadernas de construcción posibilita el posicionamiento en eslora de los diferentes elementos geométricos con relación al mismo.

En la definición de cubiertas se trata de determinar los parámetros de la superficie que constituye cada una de las cubiertas del buque. La superficie constituyente de cada cubierta es una superficie ilimitada o semimangas que al intersectar con las formas previamente definidas da origen a la superficie de la cubierta. Las cubiertas podrán tener en general arrufo y brusca. La superficie de la cubierta se considera en eslora dividida en zonas. La zona se caracteriza porque en su interior varía linealmente con la eslora, la altura en crujía sobre la línea base y la semimanga de la zona horizontal.

5.5 ESTUDIO DE LOS VOLÚMENES

Y por último realizaremos el estudio de volúmenes mediante el módulo M5 “*Internal Arrangement*” que es el encargado de definir los espacios del buque y el cálculo de sus capacidades.

Como apreciación general y a modo de inciso, explicaremos que en los módulos anteriores M1 y M2 del programa Shipshape se han calculado y almacenado las formas geométricas del buque. Toda esta información y los datos de entrada del propio módulo se usan para la generación de los espacios.

Es posible definir subespacios negativos dentro de otros y cuyas características (volumen, área flotación, inercias, etc.) se descuenten del espacio que los contiene.

SECCIÓN 6
CÁLCULO DE FORMAS

6.1 CARTILLA DE TRAZADO

H U L L G E O M E T R Y

FOR APPROVAL BY THE MARITIME AUTHORITIES

IDENTIFICATION DATA

Main Particulars :

LPP = 52.132 m
B = 7.414 m
D = 4.165 m

Reference to Drawings :

Main axis :

- Longitudinal, X positive ahead of AP
- Transverse, Y positive from CL to starboard
- Vertical, Z positive above baseline

else - see special information

.....
EDP-PROGRAM : SHIPSHAPE by Marintek A.S
Version : 4.0 / 1994
Units : Metrical
.....

MAIN INFORMATION

Identific. text .. : Patrullero costero

Length betw. perpend. .. (Lpp) : 52.132 m
Length over all (Loa) : 53.174 m
Breadth (moulded)(B) : 7.414 m
Breadth max. (Bmax) : 7.510 m
Draught (moulded) (T) : 2.057 m
Long. centre of buoyancy (LCB) : -3.135 m (rel. to midship)
Prismatic coefficient ... (Cp) : 0.6400
Block coefficient (Cb) : 0.4498
Midship coefficient (Cm) : 0.7028

INPUT OF STATIONS

Number of stations : 29

=====

| Station no. 1 | | | | Station pos.: 0.000 m | | | |
|---------------|-------|-------|-----------|-----------------------|-------|-------|-----------|
| Pt. no. | Y (m) | Z (m) | Ref. code | Pt. no. | Y (m) | Z (m) | Ref. code |
| 1 | 0.000 | 2.050 | | 4 | 3.155 | 3.085 | |
| 2 | 3.057 | 2.057 | | 5 | 3.189 | 3.600 | |
| 3 | 3.120 | 2.571 | | 6 | 3.212 | 3.941 | L 1 |

| Station no. 2 | | | | Station pos.: 1.264 m | | | |
|---------------|-------|-------|-----------|-----------------------|-------|-------|-----------|
| Pt. no. | Y (m) | Z (m) | Ref. code | Pt. no. | Y (m) | Z (m) | Ref. code |
| 1 | 0.000 | 1.126 | | 6 | 3.208 | 2.571 | |
| 2 | 1.543 | 1.286 | | 7 | 3.235 | 3.085 | |
| 3 | 2.740 | 1.543 | | 8 | 3.264 | 3.600 | |
| 4 | 3.035 | 1.800 | | 9 | 3.283 | 3.936 | L 1 |
| 5 | 3.141 | 2.057 | | | | | |

| Station no. 3 | | | | Station pos.: 2.529 m | | | |
|---------------|-------|-------|-----------|-----------------------|-------|-------|-----------|
| Pt. no. | Y (m) | Z (m) | Ref. code | Pt. no. | Y (m) | Z (m) | Ref. code |
| 1 | 0.000 | 1.078 | | 6 | 3.292 | 2.571 | |
| 2 | 1.848 | 1.286 | | 7 | 3.317 | 3.085 | |
| 3 | 2.839 | 1.543 | | 8 | 3.339 | 3.600 | |
| 4 | 3.115 | 1.800 | | 9 | 3.355 | 3.931 | L 1 |
| 5 | 3.223 | 2.057 | | | | | |

| Station no. 4 | | | | Station pos.: 3.792 m | | | |
|---------------|-------|-------|-----------|-----------------------|-------|-------|-----------|
| Pt. no. | Y (m) | Z (m) | Ref. code | Pt. no. | Y (m) | Z (m) | Ref. code |
| 1 | 0.000 | 0.987 | | 6 | 3.303 | 2.057 | |
| 2 | 0.367 | 1.028 | | 7 | 3.369 | 2.571 | |
| 3 | 2.173 | 1.286 | | 8 | 3.390 | 3.085 | |
| 4 | 2.943 | 1.543 | | 9 | 3.409 | 3.600 | |
| 5 | 3.194 | 1.800 | | 10 | 3.422 | 3.926 | L 1 |

| Station no. 5 | | | | Station pos.: 5.057 m | | | |
|---------------|-------|-------|-----------|-----------------------|-------|-------|-----------|
| Pt. no. | Y (m) | Z (m) | Ref. code | Pt. no. | Y (m) | Z (m) | Ref. code |
| 1 | 0.000 | 0.879 | | 6 | 3.375 | 2.057 | |
| 2 | 1.035 | 1.028 | | 7 | 3.437 | 2.571 | |
| 3 | 2.451 | 1.286 | | 8 | 3.473 | 3.600 | |
| 4 | 3.027 | 1.543 | | 9 | 3.484 | 3.921 | L 1 |
| 5 | 3.264 | 1.800 | | | | | |

| Station no. 6 | | | | Station pos.: 6.321 m | | | |
|---------------|-------|-------|-----------|-----------------------|-------|-------|-----------|
| Pt. no. | Y (m) | Z (m) | Ref. code | Pt. no. | Y (m) | Z (m) | Ref. code |
| 1 | 0.000 | 0.778 | | 6 | 3.441 | 2.057 | |
| 2 | 1.508 | 1.028 | | 7 | 3.498 | 2.571 | |
| 3 | 2.629 | 1.286 | | 8 | 3.516 | 3.085 | |
| 4 | 3.102 | 1.543 | | 9 | 3.533 | 3.600 | |
| 5 | 3.329 | 1.800 | | 10 | 3.543 | 3.915 | L 1 |

| Station no. 7 | | | | Station pos.: 7.586 m | | | |
|---------------|-------|-------|-----------|-----------------------|-------|-------|-----------|
| Pt. no. | Y (m) | Z (m) | Ref. code | Pt. no. | Y (m) | Z (m) | Ref. code |
| 1 | 0.000 | 0.673 | | 7 | 3.499 | 2.057 | |
| 2 | 0.552 | 0.771 | | 8 | 3.556 | 2.571 | |
| 3 | 1.855 | 1.028 | | 9 | 3.571 | 3.085 | |
| 4 | 2.757 | 1.286 | | 10 | 3.587 | 3.600 | |
| 5 | 3.175 | 1.543 | | 11 | 3.596 | 3.911 | L 1 |
| 6 | 3.391 | 1.800 | | | | | |

| Station no. 8 | | | | Station pos.: 10.114 m | | | |
|---------------|-------|-------|-----------|------------------------|-------|-------|-----------|
| Pt. no. | Y (m) | Z (m) | Ref. code | Pt. no. | Y (m) | Z (m) | Ref. code |
| 1 | 0.000 | 0.495 | | 7 | 3.487 | 1.800 | |
| 2 | 0.109 | 0.514 | | 8 | 3.588 | 2.057 | |
| 3 | 1.356 | 0.771 | | 9 | 3.653 | 2.571 | |
| 4 | 2.347 | 1.028 | | 10 | 3.666 | 3.085 | |
| 5 | 2.965 | 1.286 | | 11 | 3.674 | 3.600 | |
| 6 | 3.299 | 1.543 | | 12 | 3.681 | 3.904 | L 1 |

| Station no. 9 | | | | Station pos.: 12.643 m | | | |
|---------------|-------|-------|-----------|------------------------|-------|-------|-----------|
| Pt. no. | Y (m) | Z (m) | Ref. code | Pt. no. | Y (m) | Z (m) | Ref. code |
| 1 | 0.000 | 0.339 | | 7 | 3.555 | 1.800 | |
| 2 | 0.883 | 0.514 | | 8 | 3.651 | 2.057 | |
| 3 | 1.932 | 0.771 | | 9 | 3.717 | 2.571 | |
| 4 | 2.667 | 1.028 | | 10 | 3.728 | 3.085 | |
| 5 | 3.115 | 1.286 | | 11 | 3.730 | 3.600 | |
| 6 | 3.388 | 1.543 | | 12 | 3.733 | 3.899 | L 1 |

| Station no. 10 | | | | Station pos.: 15.171 m | | | |
|----------------|-------|-------|-----------|------------------------|-------|-------|-----------|
| Pt. no. | Y (m) | Z (m) | Ref. code | Pt. no. | Y (m) | Z (m) | Ref. code |
| 1 | 0.000 | 0.209 | | 8 | 3.589 | 1.800 | |
| 2 | 0.281 | 0.257 | | 9 | 3.680 | 2.057 | |
| 3 | 1.502 | 0.514 | | 10 | 3.745 | 2.571 | |
| 4 | 2.323 | 0.771 | | 11 | 3.751 | 3.085 | |
| 5 | 2.864 | 1.028 | | 12 | 3.754 | 3.600 | |
| 6 | 3.201 | 1.286 | | 13 | 3.755 | 3.897 | L 1 |
| 7 | 3.435 | 1.543 | | | | | |

| Station no. 11 | | | | Station pos.: 17.700 m | | | |
|----------------|-------|-------|-----------|------------------------|-------|-------|-----------|
| Pt. no. | Y (m) | Z (m) | Ref. code | Pt. no. | Y (m) | Z (m) | Ref. code |
| 1 | 0.000 | 0.101 | | 8 | 3.424 | 1.543 | |
| 2 | 0.015 | 0.103 | | 9 | 3.565 | 1.800 | |
| 3 | 0.965 | 0.257 | | 10 | 3.654 | 2.057 | |
| 4 | 1.921 | 0.514 | | 11 | 3.731 | 2.571 | |
| 5 | 2.526 | 0.771 | | 12 | 3.748 | 3.085 | |
| 6 | 2.941 | 1.028 | | 13 | 3.752 | 3.600 | |
| 7 | 3.222 | 1.286 | | 14 | 3.755 | 3.897 | L 1 |

| Station no. 12 | | | | Station pos.: 20.228 m | | | |
|----------------|-------|-------|-----------|------------------------|-------|-------|-----------|
| Pt. no. | Y (m) | Z (m) | Ref. code | Pt. no. | Y (m) | Z (m) | Ref. code |
| 1 | 0.000 | 0.033 | | 9 | 3.369 | 1.543 | |
| 2 | 0.229 | 0.051 | | 10 | 3.502 | 1.800 | |
| 3 | 0.632 | 0.103 | | 11 | 3.593 | 2.057 | |
| 4 | 1.346 | 0.257 | | 12 | 3.688 | 2.571 | |
| 5 | 2.097 | 0.514 | | 13 | 3.722 | 3.085 | |
| 6 | 2.594 | 0.771 | | 14 | 3.742 | 3.600 | |
| 7 | 2.937 | 1.028 | | 15 | 3.753 | 3.898 | L 1 |
| 8 | 3.185 | 1.286 | | | | | |

| Station no. 13 | | | | Station pos.: 22.757 m | | | |
|----------------|-------|-------|-----------|------------------------|-------|-------|-----------|
| Pt. no. | Y (m) | Z (m) | Ref. code | Pt. no. | Y (m) | Z (m) | Ref. code |
| 1 | 0.000 | 0.004 | | 9 | 3.281 | 1.543 | |
| 2 | 0.560 | 0.051 | | 10 | 3.414 | 1.800 | |
| 3 | 0.858 | 0.103 | | 11 | 3.507 | 2.057 | |
| 4 | 1.473 | 0.257 | | 12 | 3.618 | 2.571 | |
| 5 | 2.120 | 0.514 | | 13 | 3.675 | 3.085 | |
| 6 | 2.563 | 0.771 | | 14 | 3.714 | 3.600 | |
| 7 | 2.870 | 1.028 | | 15 | 3.734 | 3.899 | L 1 |
| 8 | 3.102 | 1.286 | | | | | |

| Station no. 14 | | | | Station pos.: 25.285 m | | | |
|----------------|-------|-------|-----------|------------------------|-------|-------|-----------|
| Pt. no. | Y (m) | Z (m) | Ref. code | Pt. no. | Y (m) | Z (m) | Ref. code |
| 1 | 0.000 | 0.000 | | 9 | 3.171 | 1.543 | |
| 2 | 0.528 | 0.051 | | 10 | 3.305 | 1.800 | |
| 3 | 0.831 | 0.103 | | 11 | 3.403 | 2.057 | |
| 4 | 1.429 | 0.257 | | 12 | 3.528 | 2.571 | |
| 5 | 2.053 | 0.514 | | 13 | 3.609 | 3.085 | |
| 6 | 2.468 | 0.771 | | 14 | 3.670 | 3.600 | |
| 7 | 2.764 | 1.028 | | 15 | 3.700 | 3.902 | L 1 |
| 8 | 2.993 | 1.286 | | | | | |

| Station no. 15 | | | | Station pos.: 27.814 m | | | |
|----------------|-------|-------|-----------|------------------------|-------|-------|-----------|
| Pt. no. | Y (m) | Z (m) | Ref. code | Pt. no. | Y (m) | Z (m) | Ref. code |
| 1 | 0.000 | 0.025 | | 9 | 3.034 | 1.543 | |
| 2 | 0.334 | 0.051 | | 10 | 3.170 | 1.800 | |
| 3 | 0.668 | 0.103 | | 11 | 3.272 | 2.057 | |
| 4 | 1.295 | 0.257 | | 12 | 3.417 | 2.571 | |
| 5 | 1.927 | 0.514 | | 13 | 3.520 | 3.085 | |
| 6 | 2.333 | 0.771 | | 14 | 3.606 | 3.600 | |
| 7 | 2.630 | 1.028 | | 15 | 3.655 | 3.914 | L 1 |
| 8 | 2.857 | 1.286 | | | | | |

| Station no. 16 | | | | Station pos.: 30.353 m | | | |
|----------------|-------|-------|-----------|------------------------|-------|-------|-----------|
| Pt. no. | Y (m) | Z (m) | Ref. code | Pt. no. | Y (m) | Z (m) | Ref. code |
| 1 | 0.000 | 0.050 | | 9 | 2.870 | 1.543 | |
| 2 | 0.021 | 0.051 | | 10 | 3.006 | 1.800 | |
| 3 | 0.483 | 0.103 | | 11 | 3.113 | 2.057 | |
| 4 | 1.133 | 0.257 | | 12 | 3.278 | 2.571 | |
| 5 | 1.756 | 0.514 | | 13 | 3.408 | 3.085 | |
| 6 | 2.166 | 0.771 | | 14 | 3.524 | 3.600 | |
| 7 | 2.468 | 1.028 | | 15 | 3.596 | 3.947 | L 1 |
| 8 | 2.695 | 1.286 | | | | | |

| Station no. 17 | | | | Station pos.: 32.871 m | | | |
|----------------|-------|-------|-----------|------------------------|-------|-------|-----------|
| Pt. no. | Y (m) | Z (m) | Ref. code | Pt. no. | Y (m) | Z (m) | Ref. code |
| 1 | 0.000 | 0.075 | | 8 | 2.674 | 1.543 | |
| 2 | 0.233 | 0.103 | | 9 | 2.810 | 1.800 | |
| 3 | 0.936 | 0.257 | | 10 | 2.921 | 2.057 | |
| 4 | 1.560 | 0.514 | | 11 | 3.105 | 2.571 | |
| 5 | 1.969 | 0.771 | | 12 | 3.263 | 3.085 | |
| 6 | 2.273 | 1.028 | | 13 | 3.408 | 3.600 | |
| 7 | 2.500 | 1.286 | | 14 | 3.515 | 3.997 | L 1 |

| Station no. 18 | | | | Station pos.: 35.399 m | | | |
|----------------|-------|-------|-----------|------------------------|-------|-------|-----------|
| Pt. no. | Y (m) | Z (m) | Ref. code | Pt. no. | Y (m) | Z (m) | Ref. code |
| 1 | 0.000 | 0.101 | | 8 | 2.438 | 1.543 | |
| 2 | 0.017 | 0.103 | | 9 | 2.574 | 1.800 | |
| 3 | 0.737 | 0.257 | | 10 | 2.688 | 2.057 | |
| 4 | 1.346 | 0.514 | | 11 | 2.887 | 2.571 | |
| 5 | 1.746 | 0.771 | | 12 | 3.074 | 3.085 | |
| 6 | 2.041 | 1.028 | | 13 | 3.255 | 3.600 | |
| 7 | 2.265 | 1.286 | | 14 | 3.412 | 4.067 | L 1 |

| Station no. 19 | | | | Station pos.: 37.928 m | | | |
|----------------|-------|-------|-----------|------------------------|-------|-------|-----------|
| Pt. no. | Y (m) | Z (m) | Ref. code | Pt. no. | Y (m) | Z (m) | Ref. code |
| 1 | 0.000 | 0.127 | | 7 | 2.153 | 1.543 | |
| 2 | 0.552 | 0.257 | | 8 | 2.287 | 1.800 | |
| 3 | 1.120 | 0.514 | | 9 | 2.402 | 2.057 | |
| 4 | 1.496 | 0.771 | | 10 | 2.618 | 2.571 | |
| 5 | 1.772 | 1.028 | | 11 | 3.251 | 4.114 | |
| 6 | 1.985 | 1.286 | | 12 | 3.269 | 4.157 | L 1 |

| Station no. 20 | | | | Station pos.: 40.456 m | | | |
|----------------|-------|-------|-----------|------------------------|-------|-------|-----------|
| Pt. no. | Y (m) | Z (m) | Ref. code | Pt. no. | Y (m) | Z (m) | Ref. code |
| 1 | 0.000 | 0.152 | | 8 | 1.946 | 1.800 | |
| 2 | 0.390 | 0.257 | | 9 | 2.062 | 2.057 | |
| 3 | 0.891 | 0.514 | | 10 | 2.281 | 2.571 | |
| 4 | 1.221 | 0.771 | | 11 | 2.506 | 3.085 | |
| 5 | 1.465 | 1.028 | | 12 | 2.739 | 3.600 | |
| 6 | 1.658 | 1.286 | | 13 | 2.984 | 4.114 | |
| 7 | 1.814 | 1.543 | | 14 | 3.059 | 4.270 | L 1 |

| Station no. 21 | | | | Station pos.: 42.985 m | | | |
|----------------|-------|-------|-----------|------------------------|-------|-------|-----------|
| Pt. no. | Y (m) | Z (m) | Ref. code | Pt. no. | Y (m) | Z (m) | Ref. code |
| 1 | 0.000 | 0.183 | | 8 | 1.547 | 1.800 | |
| 2 | 0.234 | 0.257 | | 9 | 1.656 | 2.057 | |
| 3 | 0.660 | 0.514 | | 10 | 1.872 | 2.571 | |
| 4 | 0.927 | 0.771 | | 11 | 2.096 | 3.085 | |
| 5 | 1.128 | 1.028 | | 12 | 2.336 | 3.600 | |
| 6 | 1.291 | 1.286 | | 13 | 2.607 | 4.114 | |
| 7 | 1.427 | 1.543 | | 14 | 2.773 | 4.405 | L 1 |

| Station no. 22 | | | | Station pos.: 44.250 m | | | |
|----------------|-------|-------|-----------|------------------------|-------|-------|-----------|
| Pt. no. | Y (m) | Z (m) | Ref. code | Pt. no. | Y (m) | Z (m) | Ref. code |
| 1 | 0.000 | 0.199 | | 8 | 1.329 | 1.800 | |
| 2 | 0.151 | 0.257 | | 9 | 1.431 | 2.057 | |
| 3 | 0.535 | 0.514 | | 10 | 1.637 | 2.571 | |
| 4 | 0.771 | 0.771 | | 11 | 1.851 | 3.085 | |
| 5 | 0.951 | 1.028 | | 12 | 2.092 | 3.600 | |
| 6 | 1.094 | 1.286 | | 13 | 2.370 | 4.114 | |
| 7 | 1.218 | 1.543 | | 14 | 2.590 | 4.481 | L 1 |

| Station no. 23 | | | | Station pos.: 45.514 m | | | |
|----------------|-------|-------|-----------|------------------------|-------|-------|-----------|
| Pt. no. | Y (m) | Z (m) | Ref. code | Pt. no. | Y (m) | Z (m) | Ref. code |
| 1 | 0.000 | 0.220 | | 9 | 1.191 | 2.057 | |
| 2 | 0.074 | 0.257 | | 10 | 1.379 | 2.571 | |
| 3 | 0.409 | 0.514 | | 11 | 1.584 | 3.085 | |
| 4 | 0.611 | 0.771 | | 12 | 1.818 | 3.600 | |
| 5 | 0.767 | 1.028 | | 13 | 2.096 | 4.114 | |
| 6 | 0.890 | 1.286 | | 14 | 2.372 | 4.562 | |
| 7 | 0.997 | 1.543 | | 15 | 2.375 | 4.562 | L 1 |
| 8 | 1.096 | 1.800 | | | | | |

| Station no. 24 | | | | Station pos.: 46.777 m | | | |
|----------------|-------|-------|-----------|------------------------|-------|-------|-----------|
| Pt. no. | Y (m) | Z (m) | Ref. code | Pt. no. | Y (m) | Z (m) | Ref. code |
| 1 | 0.000 | 0.284 | | 8 | 0.933 | 2.057 | |
| 2 | 0.281 | 0.514 | | 9 | 1.103 | 2.571 | |
| 3 | 0.443 | 0.771 | | 10 | 1.291 | 3.085 | |
| 4 | 0.567 | 1.028 | | 11 | 1.513 | 3.600 | |
| 5 | 0.668 | 1.286 | | 12 | 1.783 | 4.114 | |
| 6 | 0.759 | 1.543 | | 13 | 2.107 | 4.628 | |
| 7 | 0.847 | 1.800 | | 14 | 2.121 | 4.649 | L 1 |

| Station no. 25 | | | | Station pos.: 48.248 m | | | |
|----------------|-------|-------|-----------|------------------------|-------|-------|-----------|
| Pt. no. | Y (m) | Z (m) | Ref. code | Pt. no. | Y (m) | Z (m) | Ref. code |
| 1 | 0.000 | 0.484 | | 9 | 0.799 | 2.571 | |
| 2 | 0.077 | 0.514 | | 10 | 0.967 | 3.085 | |
| 3 | 0.220 | 0.771 | | 11 | 1.171 | 3.600 | |
| 4 | 0.321 | 1.028 | | 12 | 1.427 | 4.114 | |
| 5 | 0.414 | 1.286 | | 13 | 1.741 | 4.628 | |
| 6 | 0.494 | 1.543 | | 14 | 1.818 | 4.740 | |
| 7 | 0.572 | 1.800 | | 15 | 1.758 | 4.756 | L 1 |
| 8 | 0.648 | 2.057 | | | | | |

| Station no. 26 | | | | Station pos.: 49.822 m | | | |
|----------------|-------|-------|-----------|------------------------|-------|-------|-----------|
| Pt. no. | Y (m) | Z (m) | Ref. code | Pt. no. | Y (m) | Z (m) | Ref. code |
| 1 | 0.000 | 1.207 | | 7 | 0.603 | 3.085 | |
| 2 | 0.083 | 1.286 | | 8 | 0.783 | 3.600 | |
| 3 | 0.155 | 1.543 | | 9 | 1.018 | 4.114 | |
| 4 | 0.229 | 1.800 | | 10 | 1.316 | 4.628 | |
| 5 | 0.298 | 2.057 | | 11 | 1.452 | 4.836 | |
| 6 | 0.447 | 2.571 | | 12 | 1.329 | 4.863 | L 1 |

| Station no. 27 | | | | Station pos.: 51.189 m | | | |
|----------------|-------|-------|-----------|------------------------|-------|-------|-----------|
| Pt. no. | Y (m) | Z (m) | Ref. code | Pt. no. | Y (m) | Z (m) | Ref. code |
| 1 | 0.000 | 2.761 | | 4 | 0.534 | 4.114 | |
| 2 | 0.116 | 3.085 | | 5 | 0.797 | 4.628 | |
| 3 | 0.327 | 3.600 | | 6 | 1.002 | 4.936 | L 1 |

| Station no. 28 | | | | Station pos.: 52.233 m | | | |
|----------------|-------|-------|-----------|------------------------|-------|-------|-----------|
| Pt. no. | Y (m) | Z (m) | Ref. code | Pt. no. | Y (m) | Z (m) | Ref. code |
| 1 | 0.000 | 3.923 | | 3 | 0.473 | 4.628 | |
| 2 | 0.189 | 4.114 | | 4 | 0.714 | 4.986 | L 1 |

| Station no. 29 | | | | Station pos.: 53.173 m | | | |
|----------------|-------|-------|-----------|------------------------|-------|-------|-----------|
| Pt. no. | Y (m) | Z (m) | Ref. code | Pt. no. | Y (m) | Z (m) | Ref. code |
| 1 | 0.000 | 4.889 | | 2 | 0.254 | 5.038 | L 1 |

INPUT OF 3D-LINES
=====

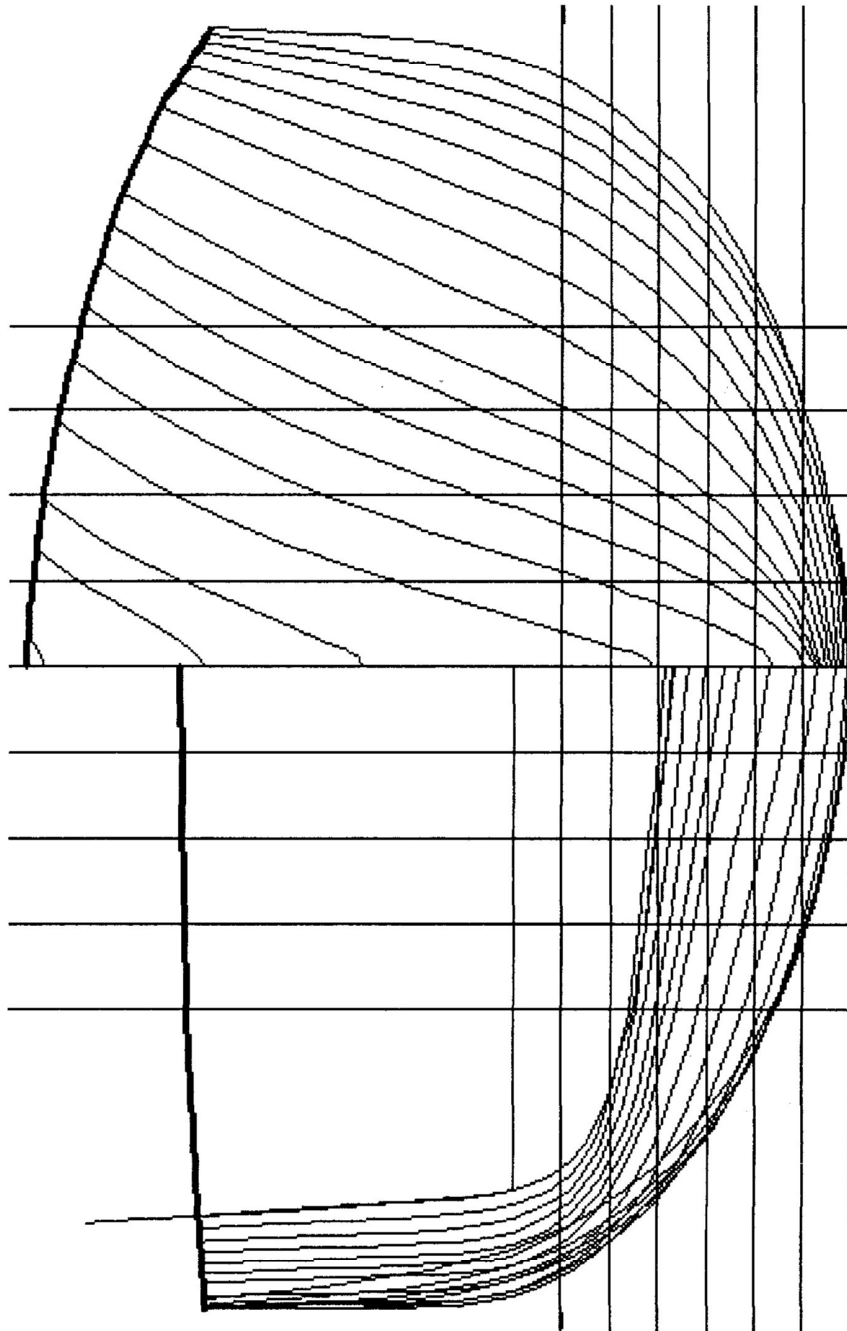
Number of 3D-lines : 1

| 3D-Line no. 1 | | | | | | | |
|---------------|--------|-------|-------|---------|--------|-------|-------|
| Pt. no. | X (m) | Y (m) | Z (m) | Pt. no. | X (m) | Y (m) | Z (m) |
| 1 | 0.000 | 3.212 | 3.941 | 16 | 30.342 | 3.596 | 3.946 |
| 2 | 1.264 | 3.283 | 3.936 | 17 | 32.871 | 3.515 | 3.997 |
| 3 | 2.529 | 3.355 | 3.931 | 18 | 35.399 | 3.412 | 4.067 |
| 4 | 3.792 | 3.422 | 3.926 | 19 | 37.928 | 3.269 | 4.157 |
| 5 | 5.057 | 3.484 | 3.921 | 20 | 40.456 | 3.059 | 4.270 |
| 6 | 6.321 | 3.543 | 3.915 | 21 | 42.985 | 2.773 | 4.405 |
| 7 | 7.586 | 3.596 | 3.911 | 22 | 44.250 | 2.590 | 4.481 |
| 8 | 10.114 | 3.681 | 3.904 | 23 | 45.514 | 2.375 | 4.562 |
| 9 | 12.643 | 3.733 | 3.899 | 24 | 46.777 | 2.121 | 4.649 |
| 10 | 15.171 | 3.755 | 3.897 | 25 | 48.042 | 1.818 | 4.740 |
| 11 | 17.700 | 3.755 | 3.897 | 26 | 49.307 | 1.452 | 4.836 |
| 12 | 20.228 | 3.753 | 3.898 | 27 | 51.189 | 1.002 | 4.936 |
| 13 | 22.757 | 3.734 | 3.899 | 28 | 52.233 | 0.714 | 4.986 |
| 14 | 25.285 | 3.700 | 3.902 | 29 | 53.173 | 0.254 | 5.038 |
| 15 | 27.814 | 3.655 | 3.914 | | | | |

INPUT OF CONTOUR LINES
=====

Number of contour lines : 1

| Contour no. 1 | | | | Contour pos.: 0.000 m | | | |
|---------------|--------|-------|------|-----------------------|--------|-------|------|
| Pt. no. | X (m) | Z (m) | code | Pt. no. | X (m) | Z (m) | code |
| 1 | -0.001 | 4.063 | | 16 | 27.814 | 0.025 | |
| 2 | 0.000 | 2.050 | | 17 | 30.353 | 0.050 | |
| 3 | 1.264 | 1.126 | | 18 | 32.871 | 0.075 | |
| 4 | 2.529 | 1.078 | | 19 | 35.399 | 0.101 | |
| 5 | 3.792 | 0.987 | | 20 | 37.928 | 0.127 | |
| 6 | 5.057 | 0.879 | | 21 | 40.456 | 0.152 | |
| 7 | 6.321 | 0.778 | | 22 | 42.985 | 0.183 | |
| 8 | 7.586 | 0.673 | | 23 | 44.250 | 0.199 | |
| 9 | 10.114 | 0.495 | | 24 | 45.514 | 0.220 | |
| 10 | 12.643 | 0.339 | | 25 | 46.777 | 0.284 | |
| 11 | 15.171 | 0.209 | | 26 | 48.248 | 0.484 | |
| 12 | 17.700 | 0.101 | | 27 | 49.822 | 1.207 | |
| 13 | 20.228 | 0.033 | | 28 | 51.253 | 2.834 | |
| 14 | 22.757 | 0.004 | | 29 | 52.233 | 3.923 | |
| 15 | 25.285 | 0.000 | | 30 | 53.173 | 4.889 | |



6.2 TABLAS HIDROSTÁTICAS

Length betw. perpend. (m) : 52.132
Breadth at DWL (m) : 7.414

HYDROSTATIC DATA for given waterline

```
-----
Draught, midship .... (m) : 2.057
Trim, + = aft ..... (m) : 0.000
Sea density ..(tonnes/m3) : 1.025
Plating ... (mult.factor) : 1.005
-----
```

```
Displacement ..... (m3) : 357.605 (moulded)
... (tonnes) : 368.378
LCB, rel. to midship (m) : -3.135
..... rel. to AP (m) : 22.931
KB ..... (m) : 1.322
Wetted surface ..... (m2) : 361.500

CB ..... (-) : 0.450
CP ..... (-) : 0.640
CM ..... (-) : 0.703
```

```
Waterplane area .... (m2) : 286.685
Tonnes / CM (tonnes/cm) : 2.939
Trim moment (tonn.*m/cm) : 9.330
LCF, rel. to midship (m) : -4.735
... rel. to AP (m) : 21.331
Length in waterline (m) : 50.569
CW (Lwl) ..... (-) : 0.765
KMT ..... (m) : 4.666
KML ..... (m) : 132.692
```

H Y D R O S T A T I C A L R E S U L T S

```
-----
Displ. = Displacement in tonnes
LCB = Long. centre of buoyancy from AP (+/- = Fore/Aft)
VCB = Vert. centre of buoyancy above base line
KMT = Transverse metacenter above base line
Immersion = Displacement change pr. cm
MT1 = Moment to trim
LCF = Long. centre of flotation from AP (+/- = Fore/Aft)
WSurf = Wet surface of hull (separate/external volumes not included)

KML = Longitudinal metacenter above base line
WPA = Waterplan area
LWL = Length in waterline
CB = Block coefficient, based on Lpp and B at design waterline
CP = Prismatic coeff. , based on Lpp and B at design waterline
CM = Midship coeff. , based on B at design waterline
CW = Waterline area coeff., based on LWL and B at design waterline
```

NOTE: Calculations apply for water with density : 1.025 tonnes/m3
Shell plating = 0.005 * moulded displacement

All draughts are moulded.

H Y D R O S T A T I C S

SHEET 1

TRIM = 0.00 m (Pos=Aft)

| Draught m | Displ. t | LCB m | VCB m | KMT m | Immersion t/cm | MT1 t*m/cm | LCF m | WSurf m2 |
|--------------|-------------|----------|----------|----------|-------------------|---------------|----------|-------------|
| 0.000 | 0.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.015 | 0.00 | 14.955 | 0.00 |
| 0.100 | 0.84 | 24.699 | 0.070 | 3.681 | 0.184 | 0.05 | 25.004 | 18.21 |
| 0.200 | 3.75 | 25.745 | 0.137 | 3.627 | 0.408 | 0.28 | 26.554 | 39.88 |
| 0.300 | 9.09 | 26.576 | 0.206 | 3.843 | 0.634 | 0.67 | 27.241 | 63.18 |
| 0.400 | 16.39 | 26.871 | 0.271 | 3.834 | 0.822 | 1.01 | 27.131 | 82.91 |
| 0.500 | 25.71 | 26.897 | 0.337 | 4.117 | 1.026 | 1.46 | 26.789 | 104.60 |
| 0.600 | 36.91 | 26.814 | 0.402 | 4.077 | 1.196 | 1.88 | 26.342 | 122.97 |
| 0.700 | 49.78 | 26.636 | 0.466 | 4.145 | 1.366 | 2.34 | 25.849 | 141.98 |
| 0.800 | 64.44 | 26.394 | 0.531 | 4.246 | 1.537 | 2.89 | 25.325 | 161.43 |
| 0.900 | 80.71 | 26.121 | 0.596 | 4.243 | 1.695 | 3.47 | 24.769 | 179.69 |
| 1.000 | 98.64 | 25.816 | 0.660 | 4.346 | 1.869 | 4.19 | 24.127 | 199.73 |
| 1.100 | 118.30 | 25.482 | 0.725 | 4.366 | 2.032 | 4.97 | 23.499 | 218.99 |
| 1.200 | 139.59 | 25.124 | 0.790 | 4.413 | 2.203 | 5.94 | 22.757 | 239.91 |
| 1.300 | 162.64 | 24.735 | 0.855 | 4.532 | 2.366 | 6.84 | 22.123 | 260.44 |
| 1.400 | 187.04 | 24.375 | 0.920 | 4.485 | 2.478 | 7.38 | 21.843 | 275.49 |
| 1.500 | 212.51 | 24.056 | 0.983 | 4.489 | 2.587 | 7.90 | 21.594 | 290.72 |
| 1.600 | 239.02 | 23.774 | 1.046 | 4.435 | 2.672 | 8.29 | 21.457 | 304.27 |
| 1.700 | 266.24 | 23.534 | 1.108 | 4.344 | 2.740 | 8.57 | 21.402 | 316.56 |
| 1.800 | 294.15 | 23.330 | 1.169 | 4.279 | 2.806 | 8.85 | 21.352 | 328.90 |
| 1.900 | 322.65 | 23.155 | 1.229 | 4.175 | 2.857 | 9.07 | 21.342 | 340.36 |
| 2.000 | 351.64 | 23.006 | 1.289 | 4.093 | 2.906 | 9.29 | 21.339 | 351.87 |

H Y D R O S T A T I C S

SHEET 2

TRIM = 0.00 m (Pos=Aft)

| Draught m | CB - | CP - | CM - | KML m | WPA m2 | LWL m | CW - |
|--------------|---------|---------|---------|----------|-----------|----------|---------|
| 0.000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 38.50 | 1.51 | | 0.0000 |
| 0.100 | 0.0210 | 0.1647 | 0.1276 | 312.31 | 17.96 | 17.592 | 0.1377 |
| 0.200 | 0.0471 | 0.2302 | 0.2048 | 393.99 | 39.82 | 28.961 | 0.1855 |
| 0.300 | 0.0761 | 0.2868 | 0.2652 | 384.84 | 61.87 | 33.490 | 0.2492 |
| 0.400 | 0.1029 | 0.3277 | 0.3140 | 323.13 | 80.17 | 35.973 | 0.3006 |
| 0.500 | 0.1292 | 0.3619 | 0.3569 | 297.20 | 100.06 | 38.243 | 0.3529 |
| 0.600 | 0.1545 | 0.3907 | 0.3955 | 267.13 | 116.72 | 39.882 | 0.3947 |
| 0.700 | 0.1786 | 0.4157 | 0.4297 | 247.04 | 133.31 | 41.462 | 0.4337 |
| 0.800 | 0.2023 | 0.4388 | 0.4611 | 235.56 | 149.96 | 42.893 | 0.4716 |
| 0.900 | 0.2252 | 0.4602 | 0.4895 | 225.83 | 165.35 | 44.337 | 0.5030 |
| 1.000 | 0.2477 | 0.4807 | 0.5154 | 223.10 | 182.32 | 45.754 | 0.5375 |
| 1.100 | 0.2701 | 0.5008 | 0.5394 | 220.38 | 198.20 | 47.638 | 0.5612 |
| 1.200 | 0.2922 | 0.5204 | 0.5614 | 223.28 | 214.90 | 48.643 | 0.5959 |
| 1.300 | 0.3142 | 0.5400 | 0.5819 | 220.88 | 230.83 | 48.877 | 0.6370 |
| 1.400 | 0.3355 | 0.5583 | 0.6010 | 207.03 | 241.73 | 49.102 | 0.6640 |
| 1.500 | 0.3558 | 0.5750 | 0.6188 | 195.21 | 252.36 | 49.327 | 0.6901 |
| 1.600 | 0.3752 | 0.5904 | 0.6355 | 181.99 | 260.73 | 49.552 | 0.7097 |
| 1.700 | 0.3934 | 0.6042 | 0.6510 | 168.87 | 267.35 | 49.776 | 0.7245 |
| 1.800 | 0.4104 | 0.6158 | 0.6665 | 157.90 | 273.78 | 50.001 | 0.7385 |
| 1.900 | 0.4265 | 0.6260 | 0.6814 | 147.49 | 278.78 | 50.226 | 0.7487 |
| 2.000 | 0.4416 | 0.6352 | 0.6952 | 138.57 | 283.55 | 50.451 | 0.7581 |

6.3 TABLAS DE BONJEAN

BONJEAN TABLE OF AREAS (m2)

SHEET 1

| Water Lines (m) | ----- Stations (m) ----- | | | | | | |
|-----------------------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 0.000 | 1.264 | 2.529 | 3.792 | 5.057 | 6.321 | 7.586 |
| 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 0.100 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 0.200 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 0.300 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 0.400 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 0.500 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 0.600 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 0.700 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.004 |
| 0.800 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.003 | 0.090 |
| 0.900 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.003 | 0.090 | 0.280 |
| 1.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.101 | 0.297 | 0.572 |
| 1.100 | 0.000 | 0.000 | 0.004 | 0.103 | 0.331 | 0.616 | 0.957 |
| 1.200 | 0.000 | 0.053 | 0.133 | 0.348 | 0.671 | 1.024 | 1.413 |
| 1.300 | 0.000 | 0.291 | 0.438 | 0.731 | 1.122 | 1.518 | 1.939 |
| 1.400 | 0.000 | 0.660 | 0.857 | 1.204 | 1.641 | 2.068 | 2.511 |
| 1.500 | 0.000 | 1.121 | 1.353 | 1.737 | 2.205 | 2.654 | 3.116 |
| 1.600 | 0.000 | 1.665 | 1.918 | 2.324 | 2.809 | 3.274 | 3.751 |
| 1.700 | 0.000 | 2.237 | 2.508 | 2.933 | 3.434 | 3.913 | 4.404 |
| 1.800 | 0.000 | 2.833 | 3.121 | 3.562 | 4.078 | 4.570 | 5.074 |
| 1.900 | 0.000 | 3.444 | 3.748 | 4.205 | 4.735 | 5.240 | 5.756 |
| 2.000 | 0.000 | 4.063 | 4.384 | 4.857 | 5.400 | 5.919 | 6.447 |
| 2.100 | 0.285 | 4.691 | 5.027 | 5.516 | 6.074 | 6.606 | 7.146 |

BONJEAN TABLE OF AREAS (m2)

SHEET 2

| Water Lines (m) | Stations (m) | | | | | | |
|-----------------------|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 10.114 | 12.643 | 15.171 | 17.700 | 20.228 | 22.757 | 25.285 |
| 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 0.100 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.045 | 0.095 | 0.092 |
| 0.200 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.061 | 0.215 | 0.304 | 0.295 |
| 0.300 | 0.000 | 0.000 | 0.046 | 0.241 | 0.474 | 0.590 | 0.573 |
| 0.400 | 0.000 | 0.019 | 0.191 | 0.503 | 0.798 | 0.931 | 0.904 |
| 0.500 | 0.000 | 0.130 | 0.430 | 0.839 | 1.180 | 1.323 | 1.283 |
| 0.600 | 0.056 | 0.336 | 0.753 | 1.240 | 1.613 | 1.759 | 1.705 |
| 0.700 | 0.210 | 0.623 | 1.140 | 1.688 | 2.085 | 2.230 | 2.159 |
| 0.800 | 0.460 | 0.991 | 1.590 | 2.183 | 2.595 | 2.735 | 2.646 |
| 0.900 | 0.791 | 1.422 | 2.088 | 2.713 | 3.135 | 3.266 | 3.157 |
| 1.000 | 1.200 | 1.911 | 2.628 | 3.276 | 3.701 | 3.821 | 3.692 |
| 1.100 | 1.679 | 2.451 | 3.206 | 3.869 | 4.292 | 4.399 | 4.249 |
| 1.200 | 2.207 | 3.027 | 3.810 | 4.483 | 4.903 | 4.995 | 4.823 |
| 1.300 | 2.782 | 3.637 | 4.441 | 5.120 | 5.533 | 5.609 | 5.415 |
| 1.400 | 3.392 | 4.274 | 5.093 | 5.774 | 6.179 | 6.238 | 6.023 |
| 1.500 | 4.028 | 4.932 | 5.763 | 6.445 | 6.840 | 6.881 | 6.644 |
| 1.600 | 4.688 | 5.610 | 6.450 | 7.130 | 7.514 | 7.538 | 7.279 |
| 1.700 | 5.363 | 6.301 | 7.150 | 7.826 | 8.199 | 8.205 | 7.924 |
| 1.800 | 6.053 | 7.006 | 7.862 | 8.534 | 8.894 | 8.883 | 8.580 |
| 1.900 | 6.754 | 7.720 | 8.583 | 9.250 | 9.598 | 9.569 | 9.245 |
| 2.000 | 7.464 | 8.443 | 9.312 | 9.974 | 10.309 | 10.263 | 9.917 |
| 2.100 | 8.180 | 9.172 | 10.047 | 10.704 | 11.027 | 10.964 | 10.597 |

BONJEAN TABLE OF AREAS (m2)

SHEET 3

| Water Lines (m) | Stations (m) | | | | | | |
|-----------------------|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 27.814 | 30.353 | 32.871 | 35.399 | 37.928 | 40.456 | 42.985 |
| 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 0.100 | 0.057 | 0.023 | 0.005 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 0.200 | 0.229 | 0.160 | 0.095 | 0.047 | 0.023 | 0.008 | 0.001 |
| 0.300 | 0.479 | 0.377 | 0.272 | 0.184 | 0.123 | 0.078 | 0.040 |
| 0.400 | 0.784 | 0.648 | 0.504 | 0.375 | 0.275 | 0.192 | 0.118 |
| 0.500 | 1.137 | 0.969 | 0.785 | 0.614 | 0.471 | 0.345 | 0.229 |
| 0.600 | 1.534 | 1.331 | 1.108 | 0.894 | 0.705 | 0.533 | 0.368 |
| 0.700 | 1.962 | 1.725 | 1.463 | 1.206 | 0.969 | 0.746 | 0.528 |
| 0.800 | 2.422 | 2.151 | 1.850 | 1.548 | 1.261 | 0.984 | 0.709 |
| 0.900 | 2.906 | 2.603 | 2.262 | 1.915 | 1.577 | 1.243 | 0.907 |
| 1.000 | 3.414 | 3.078 | 2.698 | 2.305 | 1.915 | 1.521 | 1.120 |
| 1.100 | 3.944 | 3.575 | 3.156 | 2.717 | 2.273 | 1.817 | 1.348 |
| 1.200 | 4.491 | 4.091 | 3.632 | 3.146 | 2.647 | 2.129 | 1.589 |
| 1.300 | 5.056 | 4.623 | 4.126 | 3.593 | 3.038 | 2.455 | 1.843 |
| 1.400 | 5.637 | 5.171 | 4.635 | 4.055 | 3.444 | 2.794 | 2.108 |
| 1.500 | 6.231 | 5.732 | 5.157 | 4.530 | 3.862 | 3.146 | 2.383 |
| 1.600 | 6.838 | 6.307 | 5.692 | 5.018 | 4.293 | 3.509 | 2.669 |
| 1.700 | 7.456 | 6.892 | 6.238 | 5.517 | 4.735 | 3.883 | 2.965 |
| 1.800 | 8.085 | 7.488 | 6.795 | 6.027 | 5.187 | 4.267 | 3.270 |
| 1.900 | 8.723 | 8.093 | 7.361 | 6.546 | 5.649 | 4.661 | 3.583 |
| 2.000 | 9.369 | 8.707 | 7.936 | 7.074 | 6.120 | 5.063 | 3.905 |
| 2.100 | 10.022 | 9.329 | 8.520 | 7.611 | 6.600 | 5.475 | 4.236 |

BONJEAN TABLE OF AREAS (m2)

SHEET 4

| Water Lines (m) | Stations (m) | | | | | | |
|-----------------------|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 44.250 | 45.514 | 46.777 | 48.248 | 49.822 | 51.189 | 52.233 |
| 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 0.100 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 0.200 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 0.300 | 0.025 | 0.011 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 0.400 | 0.082 | 0.050 | 0.016 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 0.500 | 0.170 | 0.116 | 0.057 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 0.600 | 0.284 | 0.203 | 0.118 | 0.020 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 0.700 | 0.416 | 0.306 | 0.191 | 0.050 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 0.800 | 0.566 | 0.425 | 0.277 | 0.092 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 0.900 | 0.731 | 0.556 | 0.373 | 0.142 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 1.000 | 0.910 | 0.700 | 0.479 | 0.200 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 1.100 | 1.103 | 0.856 | 0.594 | 0.266 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 1.200 | 1.306 | 1.021 | 0.717 | 0.339 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 1.300 | 1.521 | 1.195 | 0.847 | 0.419 | 0.009 | 0.000 | 0.000 |
| 1.400 | 1.746 | 1.379 | 0.986 | 0.506 | 0.029 | 0.000 | 0.000 |
| 1.500 | 1.981 | 1.570 | 1.131 | 0.599 | 0.055 | 0.000 | 0.000 |
| 1.600 | 2.225 | 1.770 | 1.283 | 0.698 | 0.086 | 0.000 | 0.000 |
| 1.700 | 2.478 | 1.978 | 1.442 | 0.803 | 0.124 | 0.000 | 0.000 |
| 1.800 | 2.739 | 2.193 | 1.608 | 0.914 | 0.166 | 0.000 | 0.000 |
| 1.900 | 3.009 | 2.416 | 1.781 | 1.032 | 0.215 | 0.000 | 0.000 |
| 2.000 | 3.287 | 2.646 | 1.960 | 1.155 | 0.269 | 0.000 | 0.000 |
| 2.100 | 3.572 | 2.884 | 2.147 | 1.284 | 0.328 | 0.000 | 0.000 |

BONJEAN TABLE OF AREAS (m2)

SHEET 5

| Water | ----- Stations (m) ----- |
|-------|--------------------------|
| Lines | 53.173 |
| (m) | |
| 0.000 | 0.000 |
| 0.100 | 0.000 |
| 0.200 | 0.000 |
| 0.300 | 0.000 |
| 0.400 | 0.000 |
| 0.500 | 0.000 |
| 0.600 | 0.000 |
| 0.700 | 0.000 |
| 0.800 | 0.000 |
| 0.900 | 0.000 |
| 1.000 | 0.000 |
| 1.100 | 0.000 |
| 1.200 | 0.000 |
| 1.300 | 0.000 |
| 1.400 | 0.000 |
| 1.500 | 0.000 |
| 1.600 | 0.000 |
| 1.700 | 0.000 |
| 1.800 | 0.000 |
| 1.900 | 0.000 |
| 2.000 | 0.000 |
| 2.100 | 0.000 |

SECCIÓN 7
DISPOSICIÓN GENERAL

7.1 DISPOSICIÓN GENERAL

En el estudio de la disposición general a aplicar en nuestro buque, consideraremos el requerimiento de mayor importancia en los buques de guerra, que es el rendimiento de combate. Por lo tanto se priorizarán, en la distribución y asignación de espacios, aquellos servicios relacionados con la capacidad ofensiva-defensiva del buque.

Al realizar la distribución optimizada de espacios del buque en función del rendimiento bélico, y dada la enorme diversidad existente de opiniones, utilizaremos la empleada en buques similares, la opinión de expertos de los Astilleros dedicados a estas construcciones y de la Inspección de la Marina de Guerra.

Por otra parte la capacidad defensiva pasiva estará directamente relacionada por la subdivisión del casco.

Como último apunte añadiremos que la subdivisión estará condicionada por el grado de la misma. Evitándose una excesiva compartimentación, aunque dicha conlleve una mejora en el rendimiento de combate. Pero pudiendo crear restricciones prohibitivas al movimiento y comunicación en el buque.

El buque dispondrá de una sola cubierta y la maquinaria se instalará en el centro, con exhaustaciones en los costados, la superestructura estará también situada en el centro y será de aleación ligera, para evitar problemas en las uniones estas se realizarán por medio de una pletina bimetálica soldada. El buque estará dotado de dos motores y dos líneas de ejes, para así obtener una gran maniobrabilidad.

El casco será de formas redondeadas (basado en la **SERIE BAZÁN 80**), adecuadas para que el buque reúna las condiciones marineras que le permitan prestar su vigilancia en alta mar con mal tiempo.

El casco estará dividido en diez compartimentos estancos, correspondientes a la siguiente disposición general.

- 1) Local del Servomotor
- 2) Sollado de marinería (14) con aseos
- 3) Camarotes de oficiales con aseos, cámara frigorífica y pañol de municiones de popa.
- 4) Cámara de máquinas de popa, Tanques de combustible y pañol de máquinas.
- 5) Cámara de máquinas de proa: Grupos electrógenos.
- 6) Tanques de combustible
- 7) Camarotes de oficiales con aseos y pañol de comunicaciones.

- 8) Sollado de marinería (6) de proa con aseos
- 9) Pañol del contraamaestre
- 10) Pique de proa

La tripulación requerida para el funcionamiento del buque estará formada como se detalla a continuación:

| | |
|-----------------|--------------|
| - Comandante | 1 |
| - 2º Comandante | 1 |
| - Oficiales | 4 |
| - Suboficiales | 12 |
| - Marineros | 20 |
| Total | 38 personas. |

La dotación se ha completado teniendo en cuenta los Turnos de Guardia existentes en un buque de guerra de estas características. Siendo la configuración habitual en la Marina Española la siguiente.

- 2 marineros + 1 Suboficial de CC.MM
- 2 marineros + 1 Suboficial de Puente de Gobierno.
- 2 marineros + 1 Suboficial de armamento.
- 1 oficial de guardia al mando

Utilizando dicha configuración se realizarán tres turnos de guardia, de diez tripulantes cada uno.

7.2 DIVISIÓN DE LA SUPERESTRUCTURA

La superestructura estará subdividida de la forma siguiente:

(a) Cubierta Principal.-

- Enfermería
- Comedor de marinería y Suboficiales
- Camarotes del Comandante, 2º Comandante y Oficiales
- Local disponible

(b) Cubierta Puente.-

- Puente de gobierno
- Local de radio
- Local de aparatos de Radar
- Puente abierto

A continuación se muestran los resultados obtenidos en el módulo M2 “Decís, Ext, Arrangement”, en los que se fija la posición y distribución, a lo largo de la eslora.

=====
E X T E R N A L A R R A N G E M E N T
=====

SURVEY OF UPPER DECK SHEER AND COMPARTMENTS :
=====

SHEER :

Reference line for sheer in UPPER DECK has the following
distance from base line : 4.164 m

Sheer at X-Positions

| | | | | | | | | |
|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| X-Pos. : | 0.000 | 1.227 | 2.455 | 3.682 | 4.910 | 6.137 | 7.365 | 9.820 |
| m | | | | | | | | |
| Sheer : | 0.032 | 0.027 | 0.022 | 0.017 | 0.012 | 0.007 | 0.003 | -0.004 |
| m | | | | | | | | |
| X-Pos. : | 12.275 | 14.730 | 17.185 | 19.640 | 22.095 | 24.550 | 27.005 | 29.460 |
| m | | | | | | | | |
| Sheer : | -0.009 | -0.011 | -0.011 | -0.010 | -0.009 | -0.006 | 0.006 | 0.037 |
| m | | | | | | | | |
| X-Pos. : | 31.915 | 34.370 | 36.825 | 39.280 | 41.735 | 42.963 | 44.190 | 45.417 |
| m | | | | | | | | |
| Sheer : | 0.086 | 0.154 | 0.242 | 0.352 | 0.483 | 0.557 | 0.636 | 0.720 |
| m | | | | | | | | |
| X-Pos. : | 46.645 | 47.873 | 49.100 | 50.714 | 53.173 | m | | |
| Sheer : | 0.809 | 0.902 | 1.000 | 1.050 | 1.100 | m | | |

Sheer at deck ends

| | AFT | FORE |
|---------------------------|--------|----------|
| Stem/Deck point from AP : | -0.001 | 53.173 m |
| Sheer above ref. line : | 0.000 | 1.100 m |

CAMBER DATA :

Type of camber : Parabolic
Height at midship : 0.150 m
Corresponding beam : 7.414 m

COMPARTMENTS :

UPPER DECK COMPARTMENT ID.TEXT AND TYPE CODES

| Comp.no. | Identification text | Type | Type-Code |
|----------|--------------------------|-------------|-----------|
| 1. | Cubierta Puente Gobierno | BRIDGE | 2 |
| 2. | Techo Puente Gobierno | SHELTERDECK | 4 |

COMPARTMENTS BY LOCATION OF PLANES

| Comp. No. | Aft (m) | Fore (m) | Port (m) | Starb (m) | Lower (m) | Upper (m) |
|-----------|---------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|
| 1. | 13.800 | 32.200 | 2.475 | -2.475 | 6.250 | 3.950 |
| 2. | 25.800 | 30.600 | 2.475 | -2.475 | 6.250 | 8.550 |

UPPER DECK COMPARTMENT VOLUMES AND C.O.G.

| Comp. No. | Identification text | Volume (m3) | LCG (m) | VCG (m) |
|-----------|--------------------------|-------------|---------|---------|
| 1. | Cubierta Puente Gobierno | 209.484 | 23.000 | 5.100 |
| 2. | Techo Puente Gobierno | | 28.200 | 7.400 |

SECCIÓN 8 COMPARTIMENTACIÓN Y VOLÚMENES

El módulo M3 “Internal Arrangement”, es el encargado de definir los espacios del buque y el cálculo de sus volúmenes.

Previamente definiremos de manera más simple la definición de un espacio: Es el volumen geométrico limitado por dos cubiertas, dos mamparos longitudinales y dos secciones transversales del buque. Pudiendo también considerarse al casco como límite de un espacio.

Consideraremos también que es posible definir subespacios negativos dentro de otros y cuyas características (volumen, área flotación, inercias,...) se descuenten del espacio que los contiene.

```

=====
I N T E R N A L   A R R A N G E M E N T
=====

```

C A R G O , net volumes, centre of gravity

| No. Mom. | Identification text Iner. | Volume (m**3) | Perm. (-) | LCG (m) | VCG (m) | (m4) |
|----------|------------------------------|------------------|--------------|------------|------------|------|
| - | | | | | | |
| 1 | servomotor | 50.641 | 0.9800 | 1.550 | 2.954 | |
| 2 | sollado popa | 95.421 | 0.9800 | 5.989 | 3.195 | |
| 3 | suboficiales popa | 117.024 | 0.9800 | 12.016 | 2.918 | |
| 4 | ccmm popa | 175.909 | 0.9800 | 20.293 | 2.539 | |
| 5 | ccmm proa | 163.064 | 0.9800 | 27.474 | 2.611 | |
| 6 | t. combustible | 55.568 | 0.9800 | 32.392 | 2.535 | |
| 7 | suboficiales proa | 100.065 | 0.9800 | 36.523 | 3.135 | |
| 8 | sollado proa | 69.445 | 0.9800 | 41.910 | 3.291 | |
| 9 | pañol contramaestre | 20.978 | 0.9800 | 45.275 | 3.473 | |
| 10 | pique de proa | 40.163 | 0.9800 | 48.403 | 3.645 | |
| 11 | comp. estanc pique popa | 2.455 | 0.9800 | 2.053 | 1.358 | |
| 12 | comp. estanco | 13.247 | 0.9800 | 6.549 | 1.243 | |
| 13 | t. aguas sucias | 1.701 | 0.9800 | 5.461 | 1.196 | |
| 14 | comp. estanco | 9.540 | 0.9800 | 10.243 | 1.131 | |
| 15 | t. aguas sucias | 1.498 | 0.9800 | 12.007 | 0.968 | |
| 16 | t. combustible | 16.534 | 0.9800 | 13.386 | 1.063 | |
| 17 | t. combust. er/br | 11.770 | 0.9800 | 15.905 | 1.688 | |
| 18 | comp.est.pañol maq. | 6.242 | 0.9800 | 15.911 | 0.907 | |
| 19 | pañol de maquinas | 14.796 | 0.9800 | 15.900 | 2.898 | |
| 20 | t.comb.diar. er/br | 13.701 | 0.9800 | 15.900 | 3.364 | |
| 21 | t.aceit.librific | 4.159 | 0.9800 | 19.217 | 0.608 | |
| 22 | t.agua Rfrig er/br | 9.499 | 0.9800 | 22.802 | 0.643 | |
| 23 | t.aceite sucio 1 | 2.486 | 0.9800 | 26.396 | 0.571 | |
| 24 | t.aceite sucio 2 | 1.267 | 0.9800 | 26.396 | 0.561 | |
| 25 | t. lodos br | 2.027 | 0.9800 | 26.391 | 0.665 | |
| 26 | t.aceite lubrif er | 3.245 | 0.9800 | 26.392 | 0.633 | |
| 27 | t. combust er/br | 8.370 | 0.9800 | 29.984 | 0.678 | |
| 28 | t.comb er/br | 42.138 | 0.9800 | 32.355 | 2.358 | |
| 29 | t.comb.diar. er/br | 3.796 | 0.9800 | 32.406 | 3.449 | |
| 30 | t.comb.diar c | 5.575 | 0.9800 | 32.213 | 3.448 | |
| 31 | comp.est.escalera | 4.060 | 0.9800 | 33.000 | 2.263 | |
| 32 | comp. estanco | 15.946 | 0.9800 | 35.339 | 0.951 | |
| 33 | comp. estanco | 6.915 | 0.9800 | 38.514 | 1.001 | |
| 34 | t. aguas sucias | 1.839 | 0.9800 | 37.799 | 0.847 | |

| No. Mom. | Identification text | Volume (m**3) | Perm. (-) | LCG (m) | VCG (m) | (m4) |
|----------|---------------------|---------------|-----------|---------|---------|------|
| 35 | comp estanco | 12.604 | 0.9800 | 41.784 | 0.987 | |
| 36 | comp.caj.cadenas | 2.884 | 0.9800 | 45.245 | 1.015 | |
| 37 | t.agua dulc. serv. | 4.044 | 0.9800 | 2.525 | 2.725 | |
| Total | | 1110.616 | | 24.036 | 2.654 | |

W A T E R B A L L A S T , net volumes, centre of gravity

| No. Mom. | Identification text | Volume (m**3) | Perm. (-) | LCG (m) | VCG (m) | (m4) |
|----------|---------------------|---------------|-----------|---------|---------|------|
| 13 | t. aguas sucias | 1.701 | 0.9800 | 5.461 | 1.196 | |
| 15 | t. aguas sucias | 1.498 | 0.9800 | 12.007 | 0.968 | |
| 34 | t. aguas sucias | 1.839 | 0.9800 | 37.799 | 0.847 | |
| Total | | 5.039 | | 19.212 | 1.001 | |

H E A V Y F U E L O I L , net volumes, centre of gravity

| No. Mom. | Identification text | Volume (m**3) | Perm. (-) | LCG (m) | VCG (m) | (m4) |
|----------|---------------------|---------------|-----------|---------|---------|------|
| 21 | t.aceit.librific | 4.159 | 0.9800 | 19.217 | 0.608 | |
| 26 | t.aceite lubrif er | 3.245 | 0.9800 | 26.392 | 0.633 | |
| Total | | 7.404 | | 22.361 | 0.619 | |

D I E S E L O I L , net volumes, centre of gravity

| No. Mom. | Identification text | Volume (m**3) | Perm. (-) | LCG (m) | VCG (m) | (m4) |
|----------|---------------------|---------------|-----------|---------|---------|------|
| 16 | t. combustible | 16.534 | 0.9800 | 13.386 | 1.063 | |
| 17 | t. combust. er/br | 11.770 | 0.9800 | 15.905 | 1.688 | |
| 20 | t.comb.diar. er/br | 13.701 | 0.9800 | 15.900 | 3.364 | |
| 27 | t. combust er/br | 8.370 | 0.9800 | 29.984 | 0.678 | |
| 28 | t.comb er/br | 42.138 | 0.9800 | 32.355 | 2.358 | |
| 29 | t.comb.diar. er/br | 3.796 | 0.9800 | 32.406 | 3.449 | |
| 30 | t.comb.diar c | 5.575 | 0.9800 | 32.213 | 3.448 | |
| Total | | 101.884 | | 24.963 | 2.168 | |

F R E S H W A T E R , net volumes, centre of gravity

| No. Mom. | Identification text | Iner. | Volume (m**3) | Perm. (-) | LCG (m) | VCG (m) | (m4) |
|----------|---------------------|-------|------------------|--------------|------------|------------|------|
| 22 | t.agua Rfriger/br | | 9.499 | 0.9800 | 22.802 | 0.643 | |
| | Total | | 9.499 | | 22.802 | 0.643 | |

M I S C E L L A N E O U S , net volumes, centre of gravity

| No. Mom. | Identification text | Iner. | Volume (m**3) | Perm. (-) | LCG (m) | VCG (m) | (m4) |
|----------|-------------------------|-------|------------------|--------------|------------|------------|------|
| 10 | pique de proa | | 40.163 | 0.9800 | 48.403 | 3.645 | |
| 11 | comp. estanc pique popa | | 2.455 | 0.9800 | 2.053 | 1.358 | |
| 12 | comp. estanco | | 13.247 | 0.9800 | 6.549 | 1.243 | |
| 14 | comp. estanco | | 9.540 | 0.9800 | 10.243 | 1.131 | |
| 32 | comp. estanco | | 15.946 | 0.9800 | 35.339 | 0.951 | |
| 33 | comp. estanco | | 6.915 | 0.9800 | 38.514 | 1.001 | |
| 35 | comp estanco | | 12.604 | 0.9800 | 41.784 | 0.987 | |
| | Total | | 100.869 | | 34.599 | 2.097 | |

C O M P A R T M E N T S, gross volumes, centre of gravity

| No. Mom. | Identification text | Iner. | Volume (m**3) | LCG (m) | TCG (m) | VCG (m) | (m4) |
|----------|-------------------------|-------|------------------|------------|------------|------------|------|
| 1 | servomotor | | 51.675 | 1.550 | 0.000 | 2.954 | |
| 2 | sollado popa | | 97.368 | 5.989 | 0.000 | 3.195 | |
| 3 | suboficiales popa | | 119.412 | 12.016 | 0.000 | 2.918 | |
| 4 | ccmm popa | | 179.499 | 20.293 | 0.000 | 2.539 | |
| 5 | ccmm proa | | 166.392 | 27.474 | 0.000 | 2.611 | |
| 6 | t. combustible | | 56.702 | 32.392 | 0.000 | 2.535 | |
| 7 | suboficiales proa | | 102.107 | 36.523 | 0.000 | 3.135 | |
| 8 | sollado proa | | 70.862 | 41.910 | 0.000 | 3.291 | |
| 9 | paol contramaestre | | 21.406 | 45.275 | 0.000 | 3.473 | |
| 10 | pique de proa | | 40.983 | 48.403 | 0.000 | 3.645 | |
| 11 | comp. estanc pique popa | | 2.505 | 2.053 | 0.000 | 1.358 | |
| 12 | comp. estanco | | 13.517 | 6.549 | 0.000 | 1.243 | |
| 13 | t. aguas sucias | | 1.736 | 5.461 | 0.000 | 1.196 | |
| 14 | comp. estanco | | 9.735 | 10.243 | 0.000 | 1.131 | |
| 15 | t. aguas sucias | | 1.529 | 12.007 | 0.000 | 0.968 | |
| 16 | t. combustible | | 16.871 | 13.386 | 0.000 | 1.063 | |
| 17 | t. combust. er/br | | 12.010 | 15.905 | 0.000 | 1.688 | |
| 18 | comp.est.paol maq. | | 6.369 | 15.911 | 0.000 | 0.907 | |
| 19 | paol de maquinas | | 15.098 | 15.900 | 0.000 | 2.898 | |
| 20 | t.comb.diar. er/br | | 13.981 | 15.900 | 0.000 | 3.364 | |

| | | | | | |
|----|--------------------|--------|--------|--------|-------|
| 21 | t.aceit.librific | 4.244 | 19.217 | 0.000 | 0.608 |
| 22 | t.agua Rfriger/br | 9.693 | 22.802 | 0.000 | 0.643 |
| 23 | t.aceite sucio 1 | 2.537 | 26.396 | -0.244 | 0.571 |
| 24 | t.aceite sucio 2 | 1.293 | 26.396 | 0.000 | 0.561 |
| 25 | t. lodos br | 2.068 | 26.391 | -1.221 | 0.665 |
| 26 | t.aceite lubrific | 3.311 | 26.392 | 0.949 | 0.633 |
| 27 | t. combust er/br | 8.541 | 29.984 | 0.000 | 0.678 |
| 28 | t.comb er/br | 42.998 | 32.355 | 0.000 | 2.358 |
| 29 | t.comb.diar. er/br | 3.873 | 32.406 | -0.824 | 3.449 |
| 30 | t.comb.diar c | 5.689 | 32.213 | 0.561 | 3.448 |
| 31 | comp.est.escalera | 4.143 | 33.000 | 0.000 | 2.263 |
| 32 | comp. estanco | 16.271 | 35.339 | 0.000 | 0.951 |
| 33 | comp. estanco | 7.056 | 38.514 | 0.000 | 1.001 |
| 34 | t. aguas sucias | 1.877 | 37.799 | 0.000 | 0.847 |
| 35 | comp estanco | 12.861 | 41.784 | 0.000 | 0.987 |
| 36 | comp.caj.cadenas | 2.943 | 45.245 | 0.000 | 1.015 |
| 37 | t.agua dulc. serv. | 4.127 | 2.525 | 0.000 | 2.725 |

C O M P A R T M E N T S, geometrical location

| No. | Aft (m) | Forward (m) | Low (m) | Starboard (m) | Upp (m) | Port (m) |
|-----|------------|----------------|------------|------------------|------------|-------------|
| 1 | -0.001 | 3.001 | 1.044 | 3.380 | 4.326 | -3.380 |
| 2 | 2.999 | 9.001 | 0.573 | 3.644 | 4.321 | -3.644 |
| 3 | 8.999 | 15.001 | 0.218 | 3.754 | 4.310 | -3.754 |
| 4 | 14.999 | 24.001 | 0.002 | 3.755 | 4.308 | -3.755 |
| 5 | 23.999 | 31.201 | 0.000 | 3.717 | 4.380 | -3.717 |
| 6 | 31.199 | 33.601 | 0.059 | 3.569 | 4.438 | -3.569 |
| 7 | 33.599 | 39.601 | 0.082 | 3.485 | 4.660 | -3.485 |
| 8 | 39.599 | 44.401 | 0.144 | 3.130 | 4.918 | -3.130 |
| 9 | 44.399 | 46.201 | 0.201 | 2.564 | 5.031 | -2.564 |
| 10 | 46.199 | 53.174 | 0.255 | 2.237 | 5.274 | -2.237 |
| 11 | 0.765 | 3.001 | 1.044 | 2.733 | 1.500 | -2.733 |
| 12 | 2.999 | 9.001 | 0.573 | 3.187 | 1.500 | -3.187 |
| 13 | 4.199 | 6.601 | 0.754 | 0.600 | 1.500 | -0.600 |
| 14 | 8.999 | 11.401 | 0.416 | 3.297 | 1.500 | -3.297 |
| 15 | 11.399 | 12.601 | 0.342 | 0.600 | 1.500 | -0.600 |
| 16 | 11.399 | 15.001 | 0.218 | 3.393 | 1.500 | -3.393 |
| 17 | 14.999 | 16.801 | 0.441 | 3.736 | 2.500 | -3.736 |
| 18 | 14.999 | 16.801 | 0.139 | 1.500 | 1.500 | -1.500 |
| 19 | 14.999 | 16.801 | 1.500 | 1.500 | 4.305 | -1.500 |
| 20 | 14.999 | 16.801 | 2.500 | 3.755 | 4.281 | -3.755 |
| 21 | 17.999 | 20.401 | 0.031 | 0.900 | 1.100 | -0.900 |
| 22 | 21.599 | 24.001 | 0.002 | 2.300 | 1.100 | -2.300 |
| 23 | 25.199 | 27.601 | 0.000 | 0.250 | 1.100 | -0.750 |
| 24 | 25.199 | 27.601 | 0.000 | 0.250 | 1.100 | -0.250 |
| 25 | 25.199 | 27.601 | 0.089 | -0.750 | 1.100 | -1.750 |
| 26 | 25.199 | 27.601 | 0.024 | 1.750 | 1.100 | 0.250 |
| 27 | 28.799 | 31.201 | 0.035 | 2.300 | 1.100 | -2.300 |
| 28 | 31.199 | 33.601 | 0.059 | 3.569 | 4.438 | -3.569 |
| 29 | 31.199 | 33.601 | 2.500 | 1.250 | 4.434 | -1.250 |
| 30 | 31.199 | 33.601 | 2.500 | 1.250 | 4.434 | -0.400 |
| 31 | 32.399 | 33.601 | 0.070 | 0.400 | 4.438 | -0.400 |
| 32 | 33.599 | 37.201 | 0.082 | 2.575 | 1.500 | -2.575 |

| | | | | | | |
|----|--------|--------|-------|-------|-------|--------|
| 33 | 37.199 | 39.601 | 0.119 | 2.206 | 1.500 | -2.206 |
| 34 | 37.199 | 38.401 | 0.119 | 0.600 | 1.500 | -0.600 |
| 35 | 39.599 | 44.401 | 0.144 | 1.899 | 1.500 | -1.899 |
| 36 | 44.399 | 46.201 | 0.201 | 1.170 | 1.500 | -1.170 |
| 37 | 2.039 | 3.011 | 1.800 | 2.250 | 3.650 | -2.250 |

C O M P A R T M E N T S, defined by portion references

Index S means portion used on starboard side

Index P means portion used on port side

Index A means portion absolutely defined

No index means portion used on both sides

| No. | Identification text | Portion nos. |
|-----|-------------------------|---|
| 1 | servomotor | 1 -11 |
| 2 | sollado popa | 2 -12 -13 |
| 3 | suboficiales popa | 3 -14 -15 -16 |
| 4 | ccmm popa | 4 -17S -17P -18 -19 |
| 5 | ccmm proa | -20S -20P -21 -22P -22S 5 -23P -24S -26S -25P -27P -27S |
| 6 | t. combustible | 6 |
| 7 | suboficiales proa | 7 -32 -33 -34 |
| 8 | sollado proa | 8 -35 |
| 9 | pañol contramaestre | 9 -36 |
| 10 | pique de proa | 10 |
| 11 | comp. estanc pique popa | 11 |
| 12 | comp. estanco | 12 -13 |
| 13 | t. aguas sucias | 13 |
| 14 | comp. estanco | 14 |
| 15 | t. aguas sucias | 15 |
| 16 | t. combustible | 16 -15 |
| 17 | t. combust. er/br | 17S 17P |
| 18 | comp.est.pañol maq. | 18 |
| 19 | pañol de maquinas | 19 |
| 20 | t.comb.diar. er/br | 20S 20P |
| 21 | t.aceit.librific | 21 |
| 22 | t.agua Rfrig er/br | 22S 22P |
| 23 | t.aceite sucio 1 | 23P 24S |
| 24 | t.aceite sucio 2 | 24P 24S |
| 25 | t. lodos br | 25P |
| 26 | t.aceite lubrif er | 26S |
| 27 | t. combust er/br | 27S 27P |
| 28 | t.comb er/br | 28S 28P -29S -29P -30 -31 |
| 29 | t.comb.diar. er/br | 29S 29P -29S |
| 30 | t.comb.diar c | 30 29S |
| 31 | comp.est.escalera | 31 |
| 32 | comp. estanco | 32 |
| 33 | comp. estanco | 33 -34 |
| 34 | t. aguas sucias | 34 |
| 35 | comp estanco | 35 |
| 36 | comp.caj.cadenas | 36 |
| 37 | t.agua dulc. serv. | 37S 37P |

P O R T I O N S, gross volumes, centre of gravity

| No. | Volume (m**3) | LCG (m) | TCG (m) | VCG (m) |
|-----|------------------|------------|------------|------------|
| 1 | 27.090 | 1.573 | 1.559 | 2.880 |
| 2 | 57.178 | 6.039 | 1.710 | 2.904 |
| 3 | 74.538 | 12.055 | 1.711 | 2.551 |
| 4 | 120.448 | 19.510 | 1.693 | 2.414 |
| 5 | 91.425 | 27.544 | 1.582 | 2.434 |
| 6 | 28.351 | 32.392 | 1.477 | 2.535 |
| 7 | 64.595 | 36.520 | 1.343 | 2.677 |
| 8 | 41.861 | 41.890 | 1.085 | 2.937 |
| 9 | 12.175 | 45.271 | 0.851 | 3.176 |
| 10 | 20.492 | 48.403 | 0.589 | 3.645 |
| 11 | 1.252 | 2.053 | 0.936 | 1.358 |
| 12 | 7.626 | 6.425 | 1.138 | 1.237 |
| 13 | 0.868 | 5.461 | 0.293 | 1.196 |
| 14 | 4.867 | 10.243 | 1.235 | 1.131 |
| 15 | 0.764 | 12.007 | 0.294 | 0.968 |
| 16 | 9.200 | 13.272 | 1.294 | 1.055 |
| 17 | 6.005 | 15.905 | 2.437 | 1.688 |
| 18 | 3.185 | 15.911 | 0.718 | 0.907 |
| 19 | 7.549 | 15.900 | 0.749 | 2.898 |
| 20 | 6.991 | 15.900 | 2.612 | 3.364 |
| 21 | 2.122 | 19.217 | 0.440 | 0.608 |
| 22 | 4.847 | 22.802 | 1.019 | 0.643 |
| 23 | 1.890 | 26.396 | 0.370 | 0.575 |
| 24 | 0.647 | 26.396 | 0.125 | 0.561 |
| 25 | 2.068 | 26.391 | 1.221 | 0.665 |
| 26 | 3.311 | 26.392 | 0.949 | 0.633 |
| 27 | 4.270 | 29.984 | 0.956 | 0.678 |
| 28 | 28.351 | 32.392 | 1.477 | 2.535 |
| 29 | 3.873 | 32.406 | 0.824 | 3.449 |
| 30 | 0.908 | 31.802 | 0.200 | 3.446 |
| 31 | 2.072 | 33.000 | 0.199 | 2.263 |
| 32 | 8.136 | 35.339 | 0.931 | 0.951 |
| 33 | 4.467 | 38.364 | 0.790 | 0.969 |
| 34 | 0.939 | 37.799 | 0.294 | 0.847 |
| 35 | 6.430 | 41.784 | 0.599 | 0.987 |
| 36 | 1.472 | 45.245 | 0.381 | 1.015 |
| 37 | 2.064 | 2.525 | 1.675 | 2.725 |

P O R T I O N S, geometrical location

| No. | Aft (m) | Forward (m) | Low (m) | Starboard (m) | Upp (m) | Port (m) |
|-----|------------|----------------|------------|------------------|------------|-------------|
| 1 | -0.001 | 3.001 | 1.044 | 3.380 | 4.326 | 0.000 |
| 2 | 2.999 | 9.001 | 1.500 | 3.644 | 4.321 | 0.000 |
| 3 | 8.999 | 15.001 | 0.218 | 3.754 | 4.310 | 0.000 |
| 4 | 14.999 | 24.001 | 0.002 | 3.755 | 4.308 | 0.000 |
| 5 | 23.999 | 31.201 | 0.000 | 3.717 | 4.380 | 0.000 |
| 6 | 31.199 | 33.601 | 0.059 | 3.569 | 4.438 | 0.000 |
| 7 | 33.599 | 39.601 | 0.082 | 3.485 | 4.660 | 0.000 |
| 8 | 39.599 | 44.401 | 0.144 | 3.130 | 4.918 | 0.000 |
| 9 | 44.399 | 46.201 | 0.201 | 2.564 | 5.031 | 0.000 |
| 10 | 46.199 | 53.174 | 0.255 | 2.237 | 5.274 | 0.000 |
| 11 | 0.765 | 3.001 | 1.044 | 2.733 | 1.500 | 0.000 |
| 12 | 2.999 | 9.001 | 0.573 | 3.187 | 1.500 | 0.000 |
| 13 | 4.199 | 6.601 | 0.754 | 0.600 | 1.500 | 0.000 |
| 14 | 8.999 | 11.401 | 0.416 | 3.297 | 1.500 | 0.000 |
| 15 | 11.399 | 12.601 | 0.342 | 0.600 | 1.500 | 0.000 |
| 16 | 11.399 | 15.001 | 0.218 | 3.393 | 1.500 | 0.000 |
| 17 | 14.999 | 16.801 | 0.441 | 3.736 | 2.500 | 1.500 |
| 18 | 14.999 | 16.801 | 0.139 | 1.500 | 1.500 | 0.000 |
| 19 | 14.999 | 16.801 | 1.500 | 1.500 | 4.305 | 0.000 |
| 20 | 14.999 | 16.801 | 2.500 | 3.755 | 4.281 | 1.500 |
| 21 | 17.999 | 20.401 | 0.031 | 0.900 | 1.100 | 0.000 |
| 22 | 21.599 | 24.001 | 0.002 | 2.300 | 1.100 | 0.000 |
| 23 | 25.199 | 27.601 | 0.000 | 0.750 | 1.100 | 0.000 |
| 24 | 25.199 | 27.601 | 0.000 | 0.250 | 1.100 | 0.000 |
| 25 | 25.199 | 27.601 | 0.089 | 1.750 | 1.100 | 0.750 |
| 26 | 25.199 | 27.601 | 0.024 | 1.750 | 1.100 | 0.250 |
| 27 | 28.799 | 31.201 | 0.035 | 2.300 | 1.100 | 0.000 |
| 28 | 31.199 | 33.601 | 0.059 | 3.569 | 4.438 | 0.000 |
| 29 | 31.199 | 33.601 | 2.500 | 1.250 | 4.434 | 0.400 |
| 30 | 31.199 | 32.401 | 2.500 | 0.400 | 4.406 | 0.000 |
| 31 | 32.399 | 33.601 | 0.070 | 0.400 | 4.438 | 0.000 |
| 32 | 33.599 | 37.201 | 0.082 | 2.575 | 1.500 | 0.000 |
| 33 | 37.199 | 39.601 | 0.119 | 2.206 | 1.500 | 0.000 |
| 34 | 37.199 | 38.401 | 0.119 | 0.600 | 1.500 | 0.000 |
| 35 | 39.599 | 44.401 | 0.144 | 1.899 | 1.500 | 0.000 |
| 36 | 44.399 | 46.201 | 0.201 | 1.170 | 1.500 | 0.000 |
| 37 | 2.039 | 3.011 | 1.800 | 2.250 | 3.650 | 1.100 |

 A B S O L U T E P O R T I O N S, definition

Portion No. : 1
 Type of sections : Elliptical
 Section normal : Z - direction

| Section No. | Position (m) | | Section center (m) | | Section data (m) | |
|---------------|--------------|--------|--------------------|---------|------------------|----------|
| | Z-value | | X-value | Y-value | X-radius | Y-radius |
| ----- | | | | | | |
| Low end (m) : | X = | -0.001 | Y = | 0.000 | Z = | 1.107 |
| Upp end (m) : | X = | 3.061 | Y = | 3.428 | Z = | 4.354 |

Portion No. : 2
 Type of sections : Elliptical
 Section normal : Z - direction

| Section No. | Position (m) | | Section center (m) | | Section data (m) | |
|---------------|--------------|-------|--------------------|---------|------------------|----------|
| | Z-value | | X-value | Y-value | X-radius | Y-radius |
| ----- | | | | | | |
| Low end (m) : | X = | 3.059 | Y = | 0.000 | Z = | 0.591 |
| Upp end (m) : | X = | 9.181 | Y = | 3.700 | Z = | 4.349 |

Portion No. : 3
 Type of sections : Elliptical
 Section normal : Z - direction

| Section No. | Position (m) | | Section center (m) | | Section data (m) | |
|---------------|--------------|--------|--------------------|---------|------------------|----------|
| | Z-value | | X-value | Y-value | X-radius | Y-radius |
| ----- | | | | | | |
| Low end (m) : | X = | 9.179 | Y = | 0.000 | Z = | 0.209 |
| Upp end (m) : | X = | 15.301 | Y = | 3.803 | Z = | 4.338 |

 Portion No. : 4
 Type of sections : Elliptical
 Section normal : Z - direction

| Section No. | Position (m) | | Section center (m) | | Section data (m) | |
|---------------|--------------|--------|--------------------|---------|------------------|----------|
| | Z-value | | X-value | Y-value | X-radius | Y-radius |
| ----- | | | | | | |
| Low end (m) : | X = | 15.299 | Y = | 0.000 | Z = | 0.001 |
| Upp end (m) : | X = | 24.481 | Y = | 3.803 | Z = | 3.803 |

Portion No. : 5
 Type of sections : Elliptical
 Section normal : Z - direction

| Section No. | Position (m) | | Section center (m) | | Section data (m) | |
|---------------|--------------|--------|--------------------|---------|------------------|----------|
| | Z-value | | X-value | Y-value | X-radius | Y-radius |
| ----- | | | | | | |
| Low end (m) : | X = | 24.479 | Y = | 0.000 | Z = | 0.000 |
| Upp end (m) : | X = | 31.823 | Y = | 3.756 | Z = | 4.413 |

Portion No. : 6
 Type of sections : Elliptical
 Section normal : X - direction

| Section No. | Position (m) | | Section center (m) | | Section data (m) | |
|---|--------------|---------|--------------------|----------|------------------|--|
| | X-value | Y-value | Z-value | Y-radius | Z-radius | |
| ----- | | | | | | |
| ----- | | | | | | |
| Aft end (m) : X = 31.821 Y = 0.000 Z = 0.072 | | | | | | |
| Fore end (m) : X = 40.390 Y = 3.584 Z = 4.447 | | | | | | |

 Portion No. : 7
 Type of sections : Elliptical
 Section normal : Y - direction

| Section No. | Position (m) | | Section center (m) | | Section data (m) | |
|---|--------------|---------|--------------------|----------|------------------|--|
| | Y-value | X-value | Z-value | X-radius | Z-radius | |
| ----- | | | | | | |
| ----- | | | | | | |
| Port end (m) : X = 34.269 Y = 0.000 Z = 0.098 | | | | | | |
| Stb. end (m) : X = 40.390 Y = 3.488 Z = 4.716 | | | | | | |

Portion No. : 8
 Type of sections : Elliptical
 Section normal : X - direction

| Section No. | Position (m) | | Section center (m) | | Section data (m) | |
|---|--------------|---------|--------------------|----------|------------------|--|
| | X-value | Y-value | Z-value | Y-radius | Z-radius | |
| ----- | | | | | | |
| ----- | | | | | | |
| Aft end (m) : X = 40.388 Y = 0.000 Z = 0.166 | | | | | | |
| Fore end (m) : X = 45.286 Y = 3.061 Z = 4.999 | | | | | | |

Portion No. : 9
 Type of sections : Elliptical
 Section normal : X - direction

| Section No. | Position (m) | | Section center (m) | | Section data (m) | |
|---|--------------|---------|--------------------|----------|------------------|--|
| | X-value | Y-value | Z-value | Y-radius | Z-radius | |
| ----- | | | | | | |
| ----- | | | | | | |
| Aft end (m) : X = 45.284 Y = 0.000 Z = 0.247 | | | | | | |
| Fore end (m) : X = 47.213 Y = 2.361 Z = 5.113 | | | | | | |

 Portion No. : 10
 Type of sections : Elliptical
 Section normal : X - direction

| Section No. | Position (m) | | Section center (m) | | Section data (m) | |
|---|--------------|---------|--------------------|----------|------------------|--|
| | X-value | Y-value | Z-value | Y-radius | Z-radius | |
| ----- | | | | | | |
| ----- | | | | | | |
| Aft end (m) : X = 47.211 Y = 0.000 Z = 0.439 | | | | | | |
| Fore end (m) : X = 51.581 Y = 1.952 Z = 5.389 | | | | | | |

Portion No. : 11
 Type of sections : Elliptical
 Section normal : X - direction

| Section No. | Position (m) | | Section center (m) | | Section data (m) | |
|-------------|--------------|---------|--------------------|----------|------------------|--|
| | X-value | Y-value | Z-value | Y-radius | Z-radius | |
| ----- | | | | | | |

 Aft end (m) : X = 0.697 Y = 0.000 Z = 1.107
 Fore end (m) : X = 3.061 Y = 2.907 Z = 1.500

Portion No. : 12
 Type of sections : Elliptical
 Section normal : X - direction

| Section No. | Position (m) X-value | Section center (m) Y-value Z-value | | Section data (m) Y-radius Z-radius | |
|----------------|-------------------------|---------------------------------------|-----------|---------------------------------------|--|
| Aft end (m) : | X = 3.059 | Y = 0.000 | Z = 0.591 | | |
| Fore end (m) : | X = 9.181 | Y = 3.292 | Z = 1.500 | | |

 Portion No. : 13
 Type of sections : Elliptical
 Section normal : X - direction

| Section No. | Position (m) X-value | Section center (m) Y-value Z-value | | Section data (m) Y-radius Z-radius | |
|----------------|-------------------------|---------------------------------------|-----------|---------------------------------------|--|
| Aft end (m) : | X = 4.282 | Y = 0.000 | Z = 0.788 | | |
| Fore end (m) : | X = 6.732 | Y = 0.600 | Z = 1.500 | | |

Portion No. : 14
 Type of sections : Elliptical
 Section normal : X - direction

| Section No. | Position (m) X-value | Section center (m) Y-value Z-value | | Section data (m) Y-radius Z-radius | |
|----------------|-------------------------|---------------------------------------|-----------|---------------------------------------|--|
| Aft end (m) : | X = 9.179 | Y = 0.000 | Z = 0.421 | | |
| Fore end (m) : | X = 11.678 | Y = 3.395 | Z = 1.500 | | |

Portion No. : 15
 Type of sections : Elliptical
 Section normal : X - direction

| Section No. | Position (m) X-value | Section center (m) Y-value Z-value | | Section data (m) Y-radius Z-radius | |
|----------------|-------------------------|---------------------------------------|-----------|---------------------------------------|--|
| Aft end (m) : | X = 11.422 | Y = 0.000 | Z = 0.343 | | |
| Fore end (m) : | X = 12.850 | Y = 0.600 | Z = 1.500 | | |

 Portion No. : 16
 Type of sections : Elliptical
 Section normal : X - direction

| Section No. | Position (m) X-value | Section center (m) Y-value Z-value | | Section data (m) Y-radius Z-radius | |
|----------------|-------------------------|---------------------------------------|-----------|---------------------------------------|--|
| Aft end (m) : | X = 11.626 | Y = 0.000 | Z = 0.209 | | |
| Fore end (m) : | X = 15.301 | Y = 3.479 | Z = 1.500 | | |

Portion No. : 17
 Type of sections : Elliptical
 Section normal : X - direction

| Section No. | Position (m) | | Section center (m) | | Section data (m) | |
|---|--------------|--|--------------------|---------|------------------|----------|
| | X-value | | Y-value | Z-value | Y-radius | Z-radius |
| ----- | | | | | | |
| ----- | | | | | | |
| Aft end (m) : X = 15.299 Y = 1.500 Z = 0.446 | | | | | | |
| Fore end (m) : X = 17.136 Y = 3.791 Z = 2.500 | | | | | | |

Portion No. : 18
 Type of sections : Elliptical
 Section normal : X - direction

| Section No. | Position (m) | | Section center (m) | | Section data (m) | |
|---|--------------|--|--------------------|---------|------------------|----------|
| | X-value | | Y-value | Z-value | Y-radius | Z-radius |
| ----- | | | | | | |
| ----- | | | | | | |
| Aft end (m) : X = 15.299 Y = 0.000 Z = 0.125 | | | | | | |
| Fore end (m) : X = 17.136 Y = 1.500 Z = 1.500 | | | | | | |

 Portion No. : 19
 Type of sections : Elliptical
 Section normal : X - direction

| Section No. | Position (m) | | Section center (m) | | Section data (m) | |
|---|--------------|--|--------------------|---------|------------------|----------|
| | X-value | | Y-value | Z-value | Y-radius | Z-radius |
| ----- | | | | | | |
| ----- | | | | | | |
| Aft end (m) : X = 15.299 Y = 0.000 Z = 1.500 | | | | | | |
| Fore end (m) : X = 17.136 Y = 1.500 Z = 4.332 | | | | | | |

Portion No. : 20
 Type of sections : Elliptical
 Section normal : X - direction

| Section No. | Position (m) | | Section center (m) | | Section data (m) | |
|---|--------------|--|--------------------|---------|------------------|----------|
| | X-value | | Y-value | Z-value | Y-radius | Z-radius |
| ----- | | | | | | |
| ----- | | | | | | |
| Aft end (m) : X = 15.299 Y = 1.500 Z = 2.500 | | | | | | |
| Fore end (m) : X = 17.136 Y = 3.803 Z = 4.305 | | | | | | |

Portion No. : 21
 Type of sections : Elliptical
 Section normal : X - direction

| Section No. | Position (m) | | Section center (m) | | Section data (m) | |
|---|--------------|--|--------------------|---------|------------------|----------|
| | X-value | | Y-value | Z-value | Y-radius | Z-radius |
| ----- | | | | | | |
| ----- | | | | | | |
| Aft end (m) : X = 18.358 Y = 0.000 Z = 0.025 | | | | | | |
| Fore end (m) : X = 20.807 Y = 0.900 Z = 1.100 | | | | | | |

Portion No. : 22
Type of sections : Elliptical
Section normal : X - direction

| Section No. | Position (m) | Section center (m) | | Section data (m) | |
|---|--------------|--------------------|---------|------------------|----------|
| | X-value | Y-value | Z-value | Y-radius | Z-radius |
| ----- | | | | | |
| ----- | | | | | |
| Aft end (m) : X = 23.049 Y = 0.000 Z = 0.001 | | | | | |
| Fore end (m) : X = 24.481 Y = 2.300 Z = 1.100 | | | | | |

Portion No. : 23
Type of sections : Elliptical
Section normal : X - direction

| Section No. | Position (m) | Section center (m) | | Section data (m) | |
|---|--------------|--------------------|---------|------------------|----------|
| | X-value | Y-value | Z-value | Y-radius | Z-radius |
| ----- | | | | | |
| ----- | | | | | |
| Aft end (m) : X = 25.701 Y = 0.000 Z = 0.006 | | | | | |
| Fore end (m) : X = 28.151 Y = 0.750 Z = 1.100 | | | | | |

Portion No. : 24
Type of sections : Elliptical
Section normal : X - direction

| Section No. | Position (m) | Section center (m) | | Section data (m) | |
|---|--------------|--------------------|---------|------------------|----------|
| | X-value | Y-value | Z-value | Y-radius | Z-radius |
| ----- | | | | | |
| ----- | | | | | |
| Aft end (m) : X = 25.701 Y = 0.000 Z = 0.006 | | | | | |
| Fore end (m) : X = 28.151 Y = 0.250 Z = 1.100 | | | | | |

Portion No. : 25
Type of sections : Elliptical
Section normal : X - direction

| Section No. | Position (m) | Section center (m) | | Section data (m) | |
|---|--------------|--------------------|---------|------------------|----------|
| | X-value | Y-value | Z-value | Y-radius | Z-radius |
| ----- | | | | | |
| ----- | | | | | |
| Aft end (m) : X = 25.701 Y = 0.750 Z = 0.104 | | | | | |
| Fore end (m) : X = 28.151 Y = 1.750 Z = 1.100 | | | | | |

Portion No. : 26
Type of sections : Elliptical
Section normal : X - direction

| Section No. | Position (m) | Section center (m) | | Section data (m) | |
|---|--------------|--------------------|---------|------------------|----------|
| | X-value | Y-value | Z-value | Y-radius | Z-radius |
| ----- | | | | | |
| ----- | | | | | |
| Aft end (m) : X = 25.701 Y = 0.250 Z = 0.003 | | | | | |
| Fore end (m) : X = 28.151 Y = 1.750 Z = 1.100 | | | | | |

Portion No. : 27
 Type of sections : Elliptical
 Section normal : X - direction

| Section No. | Position (m) | Section center (m) | | Section data (m) | |
|---|--------------|--------------------|---------|------------------|----------|
| | X-value | Y-value | Z-value | Y-radius | Z-radius |
| ----- | | | | | |
| Aft end (m) : X = 25.701 Y = 0.000 Z = 0.046 | | | | | |
| Fore end (m) : X = 28.151 Y = 2.300 Z = 1.100 | | | | | |

 Portion No. : 28
 Type of sections : Elliptical
 Section normal : X - direction

| Section No. | Position (m) | Section center (m) | | Section data (m) | |
|---|--------------|--------------------|---------|------------------|----------|
| | X-value | Y-value | Z-value | Y-radius | Z-radius |
| ----- | | | | | |
| Aft end (m) : X = 31.821 Y = 0.000 Z = 0.072 | | | | | |
| Fore end (m) : X = 34.171 Y = 3.584 Z = 4.447 | | | | | |

Portion No. : 29
 Type of sections : Elliptical
 Section normal : X - direction

| Section No. | Position (m) | Section center (m) | | Section data (m) | |
|---|--------------|--------------------|---------|------------------|----------|
| | X-value | Y-value | Z-value | Y-radius | Z-radius |
| ----- | | | | | |
| Aft end (m) : X = 31.821 Y = 0.400 Z = 2.500 | | | | | |
| Fore end (m) : X = 34.271 Y = 1.250 Z = 4.475 | | | | | |

Portion No. : 30
 Type of sections : Elliptical
 Section normal : X - direction

| Section No. | Position (m) | Section center (m) | | Section data (m) | |
|---|--------------|--------------------|---------|------------------|----------|
| | X-value | Y-value | Z-value | Y-radius | Z-radius |
| ----- | | | | | |
| Aft end (m) : X = 31.821 Y = 0.000 Z = 2.500 | | | | | |
| Fore end (m) : X = 33.047 Y = 0.400 Z = 4.441 | | | | | |

 Portion No. : 31
 Type of sections : Elliptical
 Section normal : X - direction

| Section No. | Position (m) | Section center (m) | | Section data (m) | |
|---|--------------|--------------------|---------|------------------|----------|
| | X-value | Y-value | Z-value | Y-radius | Z-radius |
| ----- | | | | | |
| Aft end (m) : X = 33.045 Y = 0.000 Z = 0.085 | | | | | |
| Fore end (m) : X = 34.271 Y = 0.400 Z = 4.475 | | | | | |

Portion No. : 32
 Type of sections : Elliptical
 Section normal : X - direction

| Section No. | Position (m) | | Section center (m) | | Section data (m) | |
|---|--------------|--|--------------------|---------|------------------|----------|
| | X-value | | Y-value | Z-value | Y-radius | Z-radius |
| ----- | | | | | | |
| ----- | | | | | | |
| Aft end (m) : X = 34.269 Y = 0.000 Z = 0.098 | | | | | | |
| Fore end (m) : X = 37.943 Y = 2.540 Z = 1.500 | | | | | | |

Portion No. : 33
 Type of sections : Elliptical
 Section normal : X - direction

| Section No. | Position (m) | | Section center (m) | | Section data (m) | |
|---|--------------|--|--------------------|---------|------------------|----------|
| | X-value | | Y-value | Z-value | Y-radius | Z-radius |
| ----- | | | | | | |
| ----- | | | | | | |
| Aft end (m) : X = 37.941 Y = 0.000 Z = 0.139 | | | | | | |
| Fore end (m) : X = 40.390 Y = 2.125 Z = 1.500 | | | | | | |

 Portion No. : 34
 Type of sections : Elliptical
 Section normal : X - direction

| Section No. | Position (m) | | Section center (m) | | Section data (m) | |
|---|--------------|--|--------------------|---------|------------------|----------|
| | X-value | | Y-value | Z-value | Y-radius | Z-radius |
| ----- | | | | | | |
| ----- | | | | | | |
| Aft end (m) : X = 37.941 Y = 0.000 Z = 0.139 | | | | | | |
| Fore end (m) : X = 39.167 Y = 0.600 Z = 1.500 | | | | | | |

Portion No. : 35
 Type of sections : Elliptical
 Section normal : X - direction

| Section No. | Position (m) | | Section center (m) | | Section data (m) | |
|---|--------------|--|--------------------|---------|------------------|----------|
| | X-value | | Y-value | Z-value | Y-radius | Z-radius |
| ----- | | | | | | |
| ----- | | | | | | |
| Aft end (m) : X = 40.388 Y = 0.000 Z = 0.166 | | | | | | |
| Fore end (m) : X = 35.286 Y = 1.782 Z = 1.500 | | | | | | |

Portion No. : 36
 Type of sections : Elliptical
 Section normal : X - direction

| Section No. | Position (m) | | Section center (m) | | Section data (m) | |
|---|--------------|--|--------------------|---------|------------------|----------|
| | X-value | | Y-value | Z-value | Y-radius | Z-radius |
| ----- | | | | | | |
| ----- | | | | | | |
| Aft end (m) : X = 45.289 Y = 0.000 Z = 0.247 | | | | | | |
| Fore end (m) : X = 47.213 Y = 0.967 Z = 1.500 | | | | | | |

Portion No. : 37
Type of sections : Elliptical
Section normal : X - direction

| Section No. | Position (m) | | Section center (m) | | | Section data (m) | |
|----------------|--------------|-------|--------------------|---------|----------|------------------|--|
| | X-value | | Y-value | Z-value | Y-radius | Z-radius | |
| ----- | | | | | | | |
| Aft end (m) : | X = | 2.038 | Y = | 1.100 | Z = | 1.800 | |
| Fore end (m) : | X = | 3.009 | Y = | 2.250 | Z = | 3.650 | |

P O R T I O N S, defined by plane references

Type of planes :

Xn : plane orthogonal to X-axis
Yn : plane orthogonal to Y-axis
Zn : plane orthogonal to Z-axis

H : Hull
D : Upper Deck
CL : CL of ship

Fn : building frame

| No. | Aft | Forward | Low | Starboard | Upp | Port |
|-----|-----|---------|-----|-----------|-----|------|
| 1 | H | F5 | H | H | D | CL |
| 2 | F5 | F15 | Z2 | H | D | CL |
| 3 | F15 | F25 | H | H | D | CL |
| 4 | F25 | F40 | H | H | D | CL |
| 5 | F40 | F52 | H | H | D | CL |
| 6 | F52 | F56 | H | H | D | CL |
| 7 | F56 | F66 | H | H | D | CL |
| 8 | F66 | F74 | H | H | D | CL |
| 9 | F74 | F77 | H | H | D | CL |
| 10 | F77 | H | H | H | D | CL |
| 11 | H | F5 | H | H | Z2 | CL |
| 12 | F5 | F15 | H | H | Z2 | CL |
| 13 | F7 | F11 | H | Y1 | Z2 | CL |
| 14 | F15 | F19 | H | H | Z2 | CL |
| 15 | F19 | F21 | H | Y1 | Z2 | CL |
| 16 | F19 | F25 | H | H | Z2 | CL |
| 17 | F25 | F28 | H | H | Z3 | Y5 |
| 18 | F25 | F28 | H | Y5 | Z2 | CL |
| 19 | F25 | F28 | Z2 | Y5 | D | CL |
| 20 | F25 | F28 | Z3 | H | D | Y5 |
| 21 | F30 | F34 | H | Y3 | Z5 | CL |
| 22 | F36 | F40 | H | Y6 | Z5 | CL |
| 23 | F42 | F46 | H | Y7 | Z5 | CL |
| 24 | F42 | F46 | H | Y8 | Z5 | CL |
| 25 | F42 | F46 | H | Y9 | Z5 | Y7 |
| 26 | F42 | F46 | H | Y9 | Z5 | Y8 |
| 27 | F48 | F52 | H | Y6 | Z5 | CL |
| 28 | F52 | F56 | H | H | D | CL |
| 29 | F52 | F56 | Z3 | Y11 | D | Y10 |
| 30 | F52 | F54 | Z3 | Y10 | D | CL |
| 31 | F54 | F56 | H | Y10 | D | CL |
| 32 | F56 | F62 | H | H | Z2 | CL |
| 33 | F62 | F66 | H | H | Z2 | CL |

| | | | | | | |
|----|-----|-----|----|-----|----|-----|
| 34 | F62 | F64 | H | Y1 | Z2 | CL |
| 35 | F66 | F74 | H | H | Z2 | CL |
| 36 | F74 | F77 | H | H | Z2 | CL |
| 37 | X10 | X11 | Z4 | Y13 | Z6 | Y12 |

P L A N E S, defined by geometrical location

X - Planes :

| No. | X-pos. (m) | Id.text | Corru- gation | S1 (m) | S2 (m) | S3 (m) | Ref (m) |
|-----|---------------|----------------------|------------------|-----------|-----------|-----------|------------|
| 1 | 0.000 | pique de popa | No | | | | |
| 2 | 3.060 | pique de popa | No | | | | |
| 3 | 9.180 | sollado de popa | No | | | | |
| 4 | 15.300 | camarote oficiales | No | | | | |
| 5 | 24.480 | cc.mm. popa | No | | | | |
| 6 | 32.822 | cc.mm. proa | No | | | | |
| 7 | 45.286 | caramote of. proa | No | | | | |
| 8 | 47.212 | pañol contramaestre | No | | | | |
| 9 | 51.580 | pique de proa | No | | | | |
| 10 | 2.040 | X a Ppa Tq.Ag.Serv. | No | | | | |
| 11 | 3.010 | X a Proa Tq.Ag.Serv. | No | | | | |

Y - Planes :

| No. | Y-pos. (m) | Id.text | Corru- gation | S1 (m) | S2 (m) | S3 (m) | Ref (m) |
|-----|---------------|----------------------|------------------|-----------|-----------|-----------|------------|
| 1 | 0.600 | Semimanga tq. 5/15 | No | | | | |
| 2 | 1.450 | L/C a lat tq cerca | No | | | | |
| 3 | 0.900 | semimanga tq 30/34 | No | | | | |
| 4 | 0.900 | semimanga tq 30/34 | No | | | | |
| 5 | 1.500 | lat. tanq. pp | No | | | | |
| 6 | 2.300 | Lat tanq Agua CC.MM | No | | | | |
| 7 | 0.750 | Lat. Aceit Suc Lej | No | | | | |
| 8 | 0.250 | Lat. Aceit Suc Cer | No | | | | |
| 9 | 1.750 | Lat. Taq Lodos lej | No | | | | |
| 10 | 0.400 | Lat. Taq Com 52/56 | No | | | | |
| 11 | 1.250 | Lat. Taq Diar 52/56 | No | | | | |
| 12 | 1.100 | Lat.Tq.Ag.Dulc.Serv. | No | | | | |
| 13 | 2.250 | Lat.Tq.Ag.Dulc.Serv. | No | | | | |

Z - Planes :

| No. | Z-pos. (m) | Id.text |
|-----|---------------|---------|
| | | |

No. Z-pos. Id.text
(m)

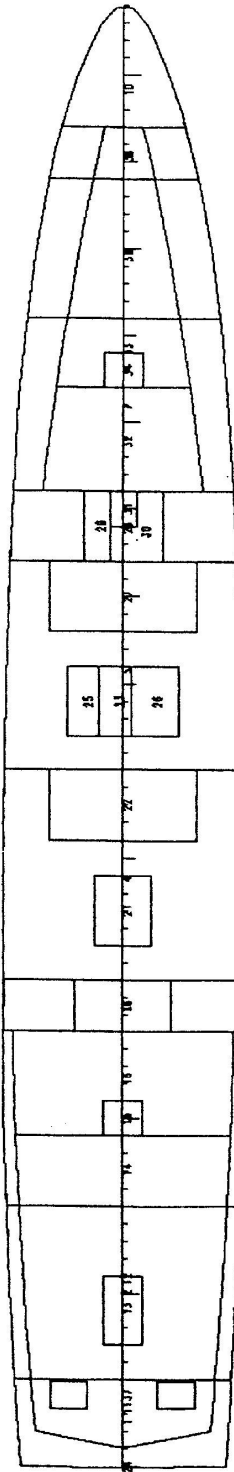
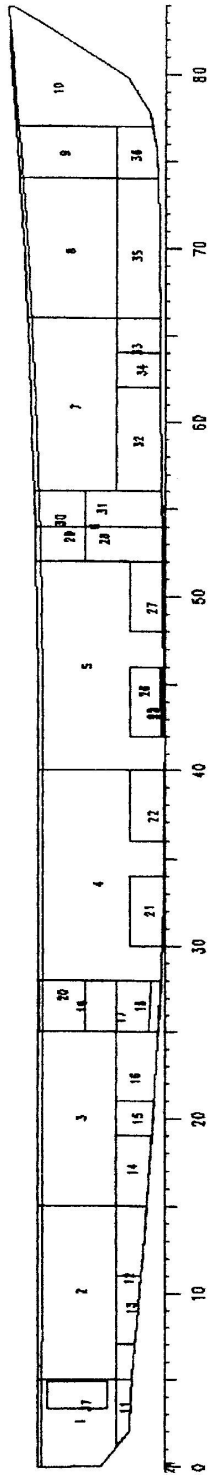
1 4.182 H a Cbta ppal
2 1.500 H a Cbta soll pp
3 2.500 H a tp tq comb 25/28
4 1.800 H a Cbta pasol cmm
5 1.100 H a tp tq cmm

6 3.650 H a tq.ag.dulc.serv.

Definition of Building Frames :

Position for frame # 0 : 0.000 (m)

| No | Section Spacing | End data Frame # | Pos.(m) |
|----|-----------------|------------------|---------|
| 1 | 0.600 | | |



| Nº | NOMBRE |
|-----------|-----------------------|
| 1 | SERVOMOTOR |
| 2 | SOLLADO POPA |
| 3 | SUBOFICIALES POPA |
| 4 | CCMM POPA |
| 5 | CCMM PROA |
| 6 | T. COMBUSTIBLE |
| 7 | SUBOFICIALES PROA |
| 8 | SOLLADO PROA |
| 9 | PAÑOL CONTRAMAEST |
| 10 | PIQUE DE PROA |
| 11 | COMP. EST PIQUE POPA |
| 12 | COMP. ESTANCO |
| 13 | T. AGUAS SUCIAS |
| 14 | COMP. ESTANCO |
| 15 | T. AGUAS SUCIAS |
| 16 | T. COMBUSTIBLE |
| 17 | T. COMBUSTIBLE ER/BR |
| 18 | COMP. EST PAÑOL MAQ |
| 19 | PAÑOL DE MAQUINAS |
| 20 | T. COMB DIAR ER/BR |
| 21 | T. ACEITE LUBRIFICAC. |
| 22 | T. AGUA RFRIG ER/BR |
| 23 | T. ACEITE SUCIO 1 |
| 24 | T. ACEITE SUCIO 2 |
| 25 | T. LODOS BR. |
| 26 | T. ACEITE LUBRIF ER |
| 27 | T. COMBUST. ER/BR |
| 28 | T. COMB. ER/BR |
| 29 | T. COMB. DIAR ER/BR |
| 30 | T. COMB. DIAR C |
| 31 | COMP. EST ESCALERA |
| 32 | COMP. ESTANCO |
| 33 | COMP. ESTANCO |
| 34 | T. AGUAS SUCIAS |
| 35 | COMP. ESTANCO |
| 36 | COMP. CAJA CADENAS |
| 37 | T AGUA DULCE SERV. |

SECCIÓN 9
DESPLAZAMIENTO EN ROSCA Y PESO
MUERTO

El desplazamiento en rosca se define como el peso de la estructura del barco, más el peso de la maquinaria con sus fluidos en circulación y sus respetos reglamentarios, más el peso del equipo y la habilitación del buque.

El Peso Muerto es la diferencia entre el desplazamiento en carga y el desplazamiento en rosca, por lo tanto incluye el peso de la carga que transporta el buque, más el peso del combustible, aceite y agua potable, más el peso de la tripulación y los pertrechos.

$$\Delta = \Delta_{ROSCA} + \text{Peso}_{MUERTO}$$

Las distintas partidas que integran el Peso Muerto, se pueden dividir en:

- Sistema de combate
- Consumos
 - o Combustible
 - o Aceite
 - o Agua Dulce, agua de refrigeración y agua potable
 - o Víveres
- Tripulación
- Pertrechos

A continuación se muestran los resultados obtenidos mediante el módulo M6 "Tonnage Calculation".

T O N N A G E

ACCORDING TO I M O -1969

PARTICULARS, MOULDED DIMENSIONS:

Rule Length = 51.890 m
LPP = 52.132 m
B = 7.414 m
DEPTH (D) = 4.165 m
DRAUGHT (d) = 2.057 m

NUMBER OF PASSENGERS:
HAVING 1-8 BERTHS CABIN: 4
<OTHER> PASSENGERS : 34

REF. TO DRAWINGS: ; .

REF. TO METHODS:

MAIN AXIS:
LONGITUDINAL, X POSITIVE AHEAD OF AP.
TRANSVERSE, Y POSITIVE FROM CL TO STARBOARD.
VERTICAL, Z POSITIVE ABOVE BASELINE.
ELSE -SEE SPECIAL INFORMATION.

.....
EDP-PROGRAM: SHIPSHAPE/MARINTEK
UNITS : METRICAL
.....i.

G R O S S T O N N A G E :

SUPERSTRUCTURES/DECKHOUSES:

| NO. | ID. TEXT | VCG OF VOLUME (m) | L (m) | B (m) | H (m) | VOLUME (m**3) |
|----------------|--------------------------|-------------------------|----------|----------|----------|------------------|
| ON UPPER DECK: | | | | | | |
| 1 | Cubierta Puente Gobierno | 5.100 | 18.400 | -4.950 | -2.300 | 209.484 |
| 2 | Techo Puente Gobierno | 7.400 | 4.800 | -4.950 | 2.300 | |

EPIPED TYPE :
NONE

ADDED AS EXTRAS:

| | BASE AREA | HEIGHT |
|------|--------------|--------|
| NONE | | |

BELOW UPPER DECK:
HULL VOLUME

1091.751

GROSS VOLUME 1246.587

UMS GROSS TONNAGE 326.
=====

RULE FACTOR K1 IS 0.2619

NET TONNAGE :

NET TONNAGE (CARGO) HOLDS/TANKS :

| NO. | ID. TEXT | VCG OF VOLUME (m) | L (m) | B (m) | H (m) | VOLUME (m**3) |
|------------------------|--------------------------|-------------------------|----------|----------|----------|------------------|
| ----- | | | | | | |
| BELOW UPPER DECK: | | | | | | |
| 1 | servomotor | 2.954 | 3.000 | 6.760 | 3.280 | 51.675 |
| 1 | sollado popa | 3.195 | 6.000 | 7.290 | 3.750 | 97.368 |
| 1 | suboficiales popa | 2.918 | 6.000 | 7.510 | 4.090 | 119.412 |
| 1 | ccmm popa | 2.539 | 9.000 | 7.510 | 4.310 | 179.499 |
| 1 | ccmm proa | 2.611 | 7.200 | 7.430 | 4.380 | 166.392 |
| 1 | t. combustible | 2.535 | 2.400 | 7.140 | 4.380 | 56.702 |
| 1 | suboficiales proa | 3.135 | 6.000 | 6.970 | 4.580 | 102.107 |
| 1 | sollado proa | 3.291 | 4.800 | 6.260 | 4.770 | 70.862 |
| 1 | pañol contramaestre | 3.473 | 1.800 | 5.130 | 4.830 | 21.406 |
| 1 | pique de proa | 3.645 | 6.970 | 4.470 | 5.020 | 40.983 |
| 1 | comp. estanc pique popa | 1.358 | 2.240 | 5.470 | 0.460 | 2.505 |
| 1 | comp. estanco | 1.243 | 6.000 | 6.370 | 0.930 | 13.517 |
| 1 | t. aguas sucias | 1.196 | 2.400 | 1.200 | 0.750 | 1.736 |
| 1 | comp. estanco | 1.131 | 2.400 | 6.590 | 1.080 | 9.735 |
| 1 | t. aguas sucias | 0.968 | 1.200 | 1.200 | 1.160 | 1.529 |
| 1 | t. combustible | 1.063 | 3.600 | 6.790 | 1.280 | 16.871 |
| 1 | t. combust. er/br | 1.688 | 1.800 | 7.470 | 2.060 | 12.010 |
| 1 | comp.est.pañol maq. | 0.907 | 1.800 | 3.000 | 1.360 | 6.369 |
| 1 | pañol de maquinas | 2.898 | 1.800 | 3.000 | 2.800 | 15.098 |
| 1 | t.comb.diar. er/br | 3.364 | 1.800 | 7.510 | 1.780 | 13.981 |
| 1 | t.aceit.librific | 0.608 | 2.400 | 1.800 | 1.070 | 4.244 |
| 1 | t.agua Rfrig er/br | 0.643 | 2.400 | 4.600 | 1.100 | 9.693 |
| 1 | t.aceite sucio 1 | 0.571 | 2.400 | 1.000 | 1.100 | 2.537 |
| 1 | t.aceite sucio 2 | 0.561 | 2.400 | 0.500 | 1.100 | 1.293 |
| 1 | t. lodos br | 0.665 | 2.400 | 1.000 | 1.010 | 2.068 |
| 1 | t.aceite lubric er | 0.633 | 2.400 | 1.500 | 1.080 | 3.311 |
| 1 | t. combust er/br | 0.678 | 2.400 | 4.600 | 1.070 | 8.541 |
| 1 | t.comb er/br | 2.358 | 2.400 | 7.140 | 4.380 | 42.998 |
| 1 | t.comb.diar. er/br | 3.449 | 2.400 | 2.500 | 1.930 | 3.873 |
| 1 | t.comb.diar c | 3.448 | 2.400 | 1.650 | 1.930 | 5.689 |
| 1 | comp.est.escalera | 2.263 | 1.200 | 0.800 | 4.370 | 4.143 |
| 1 | comp. estanco | 0.951 | 3.600 | 5.150 | 1.420 | 16.271 |
| 1 | comp. estanco | 1.001 | 2.400 | 4.410 | 1.380 | 7.056 |
| 1 | t. aguas sucias | 0.847 | 1.200 | 1.200 | 1.380 | 1.877 |
| 1 | comp estanco | 0.987 | 4.800 | 3.800 | 1.360 | 12.861 |
| 1 | comp.caj.cadenas | 1.015 | 1.800 | 2.340 | 1.300 | 2.943 |
| 1 | t.agua dulc. serv. | 2.725 | 0.970 | 4.500 | 1.850 | 4.127 |
| ----- | | | | | | |
| ON UPPER DECK: | | | | | | |
| 1 | Cubierta Puente Gobierno | 5.100 | 18.400 | -4.950 | -2.300 | 209.484 |
| 2 | Techo Puente Gobierno | 7.400 | 4.800 | -4.950 | 2.300 | |
| ----- | | | | | | |
| TOTAL VOLUME FOR CARGO | | | | | | 1288.118 |
| ----- | | | | | | |
| UMS NET TONNAGE | | | | | | 156. |
| ===== | | | | | | |
| RULE FACTOR K2 IS | | | | | | 0.2622 |
| RULE FACTOR K3 IS | | | | | | 1.2908 |

Calcularemos ahora el Peso Muerto:

| Designación | Volumen | T/m ³ | Peso (Tn) | Cantidad | Total (Tn) |
|-----------------------|---------|------------------|-----------|----------|---------------|
| Combustible | 102 | 0.85 | 86.7 | | 86.7 |
| Aceite | 7.5 | 0.9 | 6.75 | | 6.75 |
| Aguas | 10 | 1 | 10 | | 10 |
| Víveres | | | 3.8 | | 3.8 |
| Pertrechos | | | | | 5 |
| Tripulación y efectos | | | 0.15 | 38 | 5.7 |
| Munición | | | 0.0024 | 2500 | 6 |
| Armamento | | | 2 | 2 | 4 |
| Total | | | | | 127.95 |

$$\Delta = \Delta_{ROSCA} + Peso_{MUERTO}$$

$$\Delta_{ROSCA} = \Delta - Peso_{MUERTO}$$

$$\Delta_{ROSCA} = 368.378 - 127.95 = 240.428$$

Desplazamiento en Rosca = 240.428 Tn

Datos detallados de la tabla:

- Volúmenes obtenidos mediante el programa Shipshape, en la configuración y distribución de la Compartimentación del buque.
- En el cálculo de los volúmenes de los tanques, tanto de combustible, aceite como de agua dulce, el volumen de los mismos ha sido calculado para su inclusión en los cálculos del programa Shipshape. Siendo este un cálculo teórico, ya que efectivamente se considera que los tanques están llenos a un 95% de su capacidad, lo que evitaría un colapso por presión de los mismos. Por lo tanto el Peso Muerto sería : **122.7725 Tn** y en consecuencia, el desplazamiento en rosca: **245.6055 Tn**
- En el apartado de aguas, consideramos todos los tanques que la contienen en el buque, es decir, agua dulce, sucia y de refrigeración.
- Tripulación, se ha considerado una media de 150 Kg./persona
- Pertrechos, estimado según comparación con otros buques similares.
- Víveres, se han considerado 100 Kg./persona
- Armamento, dos cañones de aprox. dos Tn cada uno.
- Munición, 2500 disparos (2.4 Kg aprox. por proyectil)

SECCIÓN 10
FRANCOBORDO

Es la diferencia entre el calado de verano o máximo y el puntal hasta la cubierta superior (Upper deck).

El calculo del francobordo es realizado por el módulo M4 "Freboard Calculation", dichos cálculos serán realizados siguiendo la normativa de la IMO (1966 Load Line Convention).

F R E E B O A R D C A L C U L A T I O N

Method : IMO 1966 Load Line Convention

INPUT DATA :

 Table of Freeboard : B

 Depth to Freeboard Deck, (DF) (m) : 2.1490
 Rule Length (m) : 50.3664
 CB at 0.85*DF (-) : 0.4148

SUPERSTRUCTURES :

Shelterdeck, Height (m) : 0.0000
 Shelterdeck, Length (m) : 4.8000
 Poop , Height (m) : 0.0000
 Poop , Length (m) : 0.0000
 Forecastle , Height (m) : 0.0000
 Forecastle , Length (m) : 0.0000
 Bridge , Length (m) : 0.0000
 Bridge , aft end from AP (m) : 13.8000
 Bridge , fore end from AP (m) : 32.2000

SHEER :

Sheer at AP (m) : 0.0320
 Sheer at 1/6 * Lpp (m) : -0.0010
 Sheer at 2/6 * Lpp (m) : -0.0110
 Sheer at Lpp/2 (m) : -0.0110
 Sheer at 4/6 * Lpp (m) : 0.0010
 Sheer at 5/6 * Lpp (m) : 0.1680
 Sheer at FP (m) : 0.5880

Bow Height at FP rel. to DF (m) : 3.0940

RESULTS :

Required Bow Height above waterline (m) : 2.5364

 Freeboard from tables (m) : 0.4579
 Correction for sheer (m) : 0.0715
 Correction for superstructure(s) .. (m) : -0.1115
 Correction for CB (m) : 0.0000
 Correction for L/D ratio (m) : 0.0000
 Correction for required Bow Height . (m) : 0.0000

 SUMMER FREEBOARD (m) : 0.4179

 SUMMER DRAUGHT (m) : 1.7311

 Winter freeboard (m) : 0.4539
 Winter freeboard (North Atlantic) .. (m) : 0.5039
 Fresh water freeboard (m) : 0.3930

SECCIÓN 11
ESTIMACIÓN DE LA POTENCIA

La Potencia del buque puede calcularse de muchos modos, pero por su sencillez de cálculo, a pesar de una menor precisión en el mismo, el que hemos utilizado es el método de L.K. Kupras, que a su vez es una versión simplificada del método de Silverleaf y Dawson.

El método de L.K. Kupras parte del concepto de la velocidad límite (VB), que es aquella velocidad por debajo de la cual el coeficiente de resistencia total no varía mucho y por encima de la cual, empieza a aumentar rápidamente. La velocidad límite (VB) es función del coeficiente de bloque y de la eslora, según la fórmula:

$$VB = (3.08 - 2.54 \cdot Cb) \cdot \sqrt{Lpp}$$

Luego;

$$VB = (3.08 - 2.54 \cdot 4.498) \cdot \sqrt{52.132} \Rightarrow VB = 13.98929079 \text{ nudos}$$

A esa velocidad límite, la Potencia absorbida por la hélice en condiciones de pruebas, se calcula de la forma siguiente:

$$PDB = \frac{0.0023725 \cdot (1 + X) \cdot 0.71 \cdot DISW^{2/3} \cdot VB^3}{ETAD}$$

Siendo ETAD el rendimiento Cuasi-propulsivo. Este se calcula mediante la expresión:

$$ETAD = ETAO \cdot ETAH \cdot ETAR$$

- ETAO: Rendimiento del propulsor en aguas libres.

$$ETAO = 1.30 - 0.55 \cdot Cb - 0.00267 \cdot N$$

“N”, son las revoluciones por minuto (r.p.m.) del propulsor, a la velocidad límite. Este dato ha de ser tomado en base a la experiencia en proyectos anteriores, siendo este el valor de 1500 r.p.m.

$$ETAO = 1.30 - 0.55 \cdot 0.4898 - 0.00267 \cdot 1500 \Rightarrow ETAO = 2.95239$$

- ETAH: Rendimiento del casco.

$$ETAH = 0.385 + 0.7 \cdot Cb + 0.11 \frac{B}{T}$$

$$ETAH = 0.385 + 0.7 \cdot 0.4898 + 0.11 \frac{7.414}{2.057} \Rightarrow ETAH = 1.096330588$$

- ETAR: Rendimiento rotativo relativo.

$$ETAR = 1.01$$

Por lo tanto:

$$ETAD = ETAO \cdot ETAH \cdot ETAR$$

$$ETAD = 2.95239 \cdot 1.096330588 \cdot 1.01 \Rightarrow ETAD = 3.269163419$$

El factor de correlación (1+X) es:

$$(1 + X) = 0.85 + 0.00185 \cdot \left(\frac{1000 - 3.28 \cdot L_{pp}}{100} \right)^{2.5} \Rightarrow (1 + X) = 1.216072643$$

Sustituimos todos los datos obtenidos en la fórmula del PDB:

$$PDB = \frac{0.0023725 \cdot (1 + X) \cdot 0.71 \cdot DISW^{2/3} \cdot VB^3}{ETAD} \Rightarrow PDB = 88.15398222HP$$

A continuación aplicamos la PD, potencia a la velocidad de proyecto, siendo en nuestro caso de 22 nudos.

$$PD = PDB \cdot \left(\frac{V}{VB} \right)^{\frac{4.167V}{VB}} \Rightarrow PD = 1713.027107HP$$

Por lo que la potencia desarrollada por el motor propulsor es:

$$PS = \frac{PD \cdot FS}{ETAM} \Rightarrow PS = 1747.98684HP$$

Siendo FS el factor de servicio equivalente a 1 y ETAM el rendimiento mecánico igual a 0.98.

La Potencia calculada sería la mínima necesaria para obtener la velocidad requerida, siendo esta repartida entre los dos motores propulsores que posee nuestro buque.

SECCIÓN 12
AUTONOMÍA

La autonomía de un buque se define como la distancia máxima expresada en millas que su capacidad de combustible le permite recorrer.

La autonomía depende principalmente de los siguiente factores:

- Capacidad de los tanques de combustible
- Consumo específico de la maquinaria propulsora
- Potencia desarrollada por la misma
- Velocidad del buque

En nuestro buque dispondremos de motores de combustión interna, del tipo diesel empleados en la propulsión naval, que tienen una serie de ventajas tales como:

- Espacio reducido
- Buen control de todas sus cargas
- Directamente reversibles
- Consumo reducido (del orden de 175gr./HP/Hora)

A continuación realizaremos los cálculos pertinente para la obtención de la autonomía.

$$PS \cdot 0.000175 \text{ Tn/HP/Hora} = 0.305847697 \text{ Tn/Hora}$$

$$102 \text{ Tn} / 0.305847697 \text{ Tn/Hora} = 333.4448118 \text{ Horas}$$

$$333.4448118 \text{ Horas} \cdot 22 \text{ millas/Horas} = 7335.78586 \text{ millas}$$

Por lo tanto la autonomía del buque a la Potencia Máxima Continua:

$$\text{Autonomía} = 7335.78586 \text{ millas} = 13.89853382 \text{ días}$$

SECCIÓN 13
ESTABILIDAD

13.1 ESTUDIO DE ESTABILIDAD

La Estabilidad es la propiedad que tiene un buque de recobrar su posición de equilibrio inicial, cuando circunstancias externas o propias del buque, lo sacan de ella.

Un buque está en equilibrio, cuando partiendo de un desplazamiento determinado, pesos y empujes iguales, su centro de gravedad y su centro de carena están en la misma vertical, y por tanto, los vectores representativos de los pesos y empujes. Las fuerzas exteriores que actúan escorando un buque estable, realizan un trabajo en contra de los momentos adrizantes del mismo. Aquí surgen dos conceptos la *Estabilidad Estática* y la *Estabilidad Dinámica*, caracterizados respectivamente, por la magnitud de los momentos adrizantes generados por el buque y por la cantidad de trabajo realizado por los momentos adrizantes durante la inclinación.

Por la aplicación de estos conceptos de estabilidad, se llega a demostrar si un determinado buque intacto, o después de averías posee o no, un equilibrio estable en posición conveniente, bajo unas condiciones ambientales previamente fijadas. Para los Buques de Guerra, estas condiciones desde el punto de vista de la ingeniería naval, se pueden considerar como extremas.

Los resultados que deben obtenerse del comportamiento del buque dentro de las situaciones adversas fijadas, se recogen en los criterios que las inspecciones de la Marina de Guerra de que cada país dispone. En general, se trata de asegurar que todos los buques de guerra tengan suficiente estabilidad, medida por el potencial adrizante que posea, para contrarrestar los distintos tipos de momentos escorantes producidos por las citadas condiciones ambientales, y por las circunstancias internas adversas, representadas por expresiones analíticas de una aplicación, lo más sencilla posible.

El Buque de Guerra convencional, se proyecta con capacidad para resistir ante ciertas condiciones adversas externas, las cuales pueden actuar:

- Sobre el buque intacto.
- Causas de inundación por daños bajo la flotación.
- Sobre el buque ya inundado.

Las condiciones adversas externas que se suelen considerar como riesgo, para cada uno de los casos anteriores, son:

(a) Sobre el buque intacto.-

- Vientos de costado combinado con balance.
- Suspensión de grandes pesos con su centro de gravedad alejado del plano de simetría del buque.
- Momentos escorantes producidos por el disparo de armas.
- Concentración de personal en un costado.

- Giros a altas velocidades.
- Acumulación de hielo en las superestructuras, palos y antenas.

(b) Causas de daños que producen inundación.-

- Inundación extensa causada por acción explosiva.
- Inundación extensa por colisión o varada.
- Colisión de proa.
- Inundación moderada por varada.

(c) Sobre el buque ya inundado.-

- Vientos de costado combinados con balance.
- Inundación progresiva.

El objetivo real que se debería tratar de alcanzar, es un buque capaz de resistir todas las averías que se le pueden producir y bajo condiciones exteriores extremas. Evidentemente esto resulta incanzable a causa de limitaciones fundamentales impuestas por la propia operatividad del buque necesaria para cumplir las misiones encomendadas.

En el momento de redactar las normas necesarias para conseguir hacer frente a los riesgos con cierto grado de seguridad, representado por las reservas de estabilidad y de flotabilidad, habrá que tener en cuenta que el grado de ese riesgo es directamente proporcional al tamaño del buque, a su importancia estratégica y al número de personal militar que transporta.

Las anteriores características no son del todo independientes, ya que los buques para transporte de personal o de importancia militar elevada, normalmente tienen tamaño suficiente para admitir una subdivisión interna adecuada, que aumente la posibilidad de sobrevivir a un daño por debajo de su flotación, de dimensiones considerables. En este apartado es de vital importancia la subdivisión adecuada en compartimentos estancos del buque. En concreto en los buques de guerra esta subdivisión se caracteriza porque el tamaño de los compartimentos, aunque aumenta con el tamaño del buque, no lo hace proporcionalmente, es decir cuanto mayor es el buque, mayor es el grado de subdivisión.

“INUNDACIÓN”

Los espacios en los cuales tiene que prestarse especial atención a la inundación son:

- Protección sobre espacios vitales (aquellos que están ocupados por personas en la situación de zafarrancho de combate).

- Protección de aquellos espacios que aún estando vacíos contienen equipos y materiales esenciales para las misiones principales del buque.
- También se consideran vitales aquellos espacios en los cuales están situados los equipos de reparaciones de emergencia, sus paños y sus oficinas.
- Los mamparos transversales estancos principales, ocupan totalmente el perímetro de las secciones del buque, en que están situados, siendo su límite superior la cubierta de mamparos.
- Las aperturas que necesariamente hay que practicar en los mamparos estancos transversales, tanto para el paso de tuberías como para el paso de conducción eléctrica, conductos de ventilación, paso de personal, etc. Deben de estar dotados de las medidas necesarias para dotarlos de estanqueidad.
- Deben evitarse la utilización de mamparos estancos longitudinales, debido a que dan lugar a inundaciones asimétricas.

En un Buque de Guerra, existen ciertos factores que favorecen la estabilidad y la flotabilidad, y son opuestos a otros que también son fundamentales en los mismos. En la tabla dada a continuación, se expone una comparación de algunos de estos factores:

| | |
|--|---|
| Mejoran la estabilidad. | Disminuyen la estabilidad, o se contraponen. |
| Centro de gravedad bajo. | Consumo de líquidos almacenados en tanques bajos. Armas y sensores en general, son pesos altos ineludibles. |
| Manga adecuada. | Influye en la velocidad del buque, período de balance y navegabilidad. |
| Disposición óptima de mamparos estancos. | El tamaño de la maquinaria y su disposición redundante y separada, por razones de seguridad. |
| Integridad estanca. | Accesos hacia las cubiertas bajas y con las aberturas para los sistemas de ventilación. |
| Carencia de compartimentos descentrados. | Disposición de los tanques y necesidad de proteger los espacios vitales. |
| Adecuado francobordo. | Reducción de la firma radar. |

En el caso de consumos de combustible de los tanques del doble fondo, su efecto negativo sobre la altura del centro de gravedad se puede corregir, lastrando el buque con agua de mar, siempre y cuando se disponga del espacio necesario para tanques de lastre limpio. También se puede considerar la situación de navegar con ciertos tanques vacíos en tiempo de paz. Estas operaciones se recogen en unas instrucciones para consumo y lastrado que debe de cumplimentar la dotación denominadas, “Plan de consumos”.

“SITUACIONES DE CARGA”

(a) Condición de buque intacto.-

- Salida de Puerto al 100% Consumos y Municiones.
- Llegada a Puerto al 35% Consumos y 100% Municiones.
- Llegada a Puerto 10% Consumos y 0% Municiones.

(b) Después de averías.-

- Salida de Puerto al 100% Consumos y Municiones.
2 Compartimentos Inundados: CC.MM. Popa, CC.MM. Proa.
- Llegada a Puerto al 35% Consumos y 100% Municiones.
4 Compartimentos Inundados: Sermotor, sollado marinería de Popa, Compartimiento de Sollado de Popa, CC.MM. Popa.
- Llegada a Puerto 10% Consumos y 0% Municiones.
3 Compartimentos Inundados, sollado de Proa, pañol de Contra maestre, pique de Proa.
- Llegada a Puerto 50% Consumos y 50% Municiones.
6 Compartimentos Inundados, CC.MM. Proa, tanques de Combustible de Proa, Suboficiales de Proa, sollado de Proa pañol del Contra maestre, pique de Proa.

“MÉTODO DE CÁLCULO”

Para la realización de los cálculos de estabilidad, emplearemos los módulos M8 “*Loading Conditions*”, M9 “*Intact Stability*” y M10 “*Damage Stability Charact.*”, del programa Shipshape. Proporcionándonos tanto la estabilidad estática, para pequeñas inclinaciones (GM = altura metacéntrica), como la estabilidad a grandes ángulos (GZ = brazo del par de estabilidad).

En estos módulos debemos introducir la permeabilidad (η) de cada compartimento, entendiendo por permeabilidad, el porcentaje de volumen de un espacio que el agua puede ocupar.

Hemos tomado los siguientes datos:

- | | | | |
|--|--------|---|-----|
| - Espacios destinados para carga y pañoles | η | = | 60% |
| - Espacios de alojamientos | η | = | 95% |
| - Espacios de máquinas | η | = | 85% |
| - Espacios destinados a líquidos | η | = | 98% |

El criterio empleado por el programa Shipshape es el siguiente:

A.167(ES.IV) Recommendation on intact stability for passenger and cargo ships under 100 metres in length. Amended by A.206(VII) Superseded by A. 749(18)

13.2 ESTABILIDAD BUQUE INTACTO

Loading Condition no : 1
Condition Id. text : SALIDA DE PUERTO AL 100% CONSUMOS Y MUNICIONES

WEIGHT LOADS

| Part No. | Id.text | Weight (tonn.) | Load (-) | LCG (m) | TCG (m) | VCG (m) | FSC (t*m) |
|-------------------|-----------------------|----------------|----------|---------|---------|---------|-----------|
| 1 | t. combustible | 14.340 | | 13.39 | 0.00 | 1.063 | |
| 2 | t. combust. er/br | 10.208 | 0.87 | 15.90 | 0.00 | 1.688 | |
| 3 | t.comb.diar. er/br | 11.884 | 0.87 | 15.90 | 0.00 | 3.364 | |
| 4 | t.aceit.librific | 3.915 | 0.94 | 19.22 | 0.00 | 0.608 | |
| 5 | t.agua Rfrig er/br | 9.693 | | 22.80 | 0.00 | 0.643 | |
| 6 | t.aceite lubrif er | 2.980 | 0.92 | 26.39 | 0.95 | 0.633 | |
| 7 | t. combust er/br | 7.259 | 0.87 | 29.98 | 0.00 | 0.678 | |
| 8 | t.comb er/br | 36.549 | 0.87 | 32.36 | 0.00 | 2.358 | |
| 9 | t.comb.diar. er/br | 3.292 | 0.87 | 32.41 | -0.82 | 3.449 | |
| 10 | t.comb.diar c | 4.835 | 0.87 | 32.21 | 0.56 | 3.448 | |
| 11 | VIVERES | 3.800 | | 0.00 | 0.00 | 0.000 | |
| 12 | PERTRECHOS | 5.000 | | 0.00 | 0.00 | 0.000 | |
| 13 | TRIPULACION Y EFECTOS | 5.700 | | 0.00 | 0.00 | 0.000 | |
| 14 | MUNICION | 6.000 | | 0.00 | 0.00 | 0.000 | |
| 15 | ARMAMENTO | 4.000 | | 0.00 | 0.00 | 0.000 | |
| DEAD WEIGHT | | 129.455 | | 19.94 | 0.02 | 1.561 | |
| LIGHT SHIP WEIGHT | | 240.428 | | 23.13 | 0.00 | 2.840 | |
| DISPLACEMENT | | 369.883 | | 22.01 | 0.01 | 2.392 | |

Loading Condition no : 1
 Condition Id. text : SALIDA DE PUERTO AL 100% CONSUMOS Y MUNICIONES

EQUILIBRIUM and INITIAL STABILITY

 Draught at LPP/2 (m): 2.027
 Draught at AP (m): 2.215
 Draught at FP (m): 1.840
 Trim over LPP (m): 0.375
 Heel angle (Starboard +) ... (deg.): 0.252
 Water density(tonnes/m3): 1.025

Draftsmark readings :

Freeboard readings :

Displacement (tonnes): 369.891
 LCB (relative to midship) (m): -4.059
 LCB (relative to AP) (m): 22.007
 VCB (relative to BL) (m): 1.329

 LCF (relative to midship) (m): -4.964
 LCF (relative to AP) (m): 21.102
 Immersion (tonnes/cm): 2.855
 Trim moment (tonnes*m/cm): 8.939

 KG (incl. correction) (m): 2.392
 Free surface correction (GG`) . (m): 0.000
 KGmax, intact, calculated (m): 3.486
 KMT (metacentr. hight) (m): 4.128
 GM (incl. correction) (m): 1.736

Loading Condition no : 1
 Condition Id. text : SALIDA DE PUERTO AL 100% CONSUMOS Y MUNICIONES

Table of stability criteria

TYPE : IMO A.167 (ES.IV)

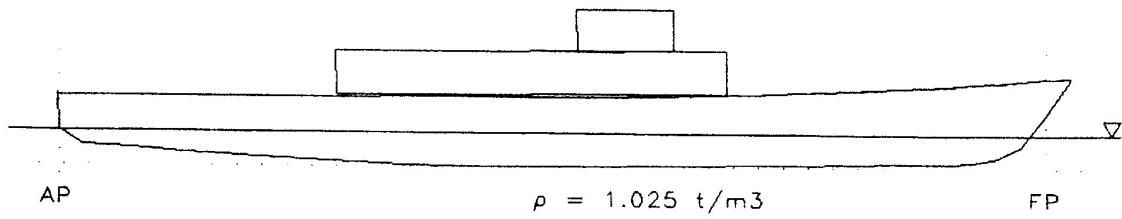
No. Id. text

 1 Minimum GZ at angle greater than 30.0ø : 0.20 m
 2 Minimum heel angle for GZmax, ç : 25.00 ø
 3 Minimum GM : 0.15 m
 4 Minimum GZarea [0.0-30.0]ø : 0.055 m*rad
 5 Minimum GZarea [0.0-min<40.0,á>]ø : 0.090 m*rad
 6 Minimum GZarea [30.0-min<40.0,á>]ø : 0.030 m*rad

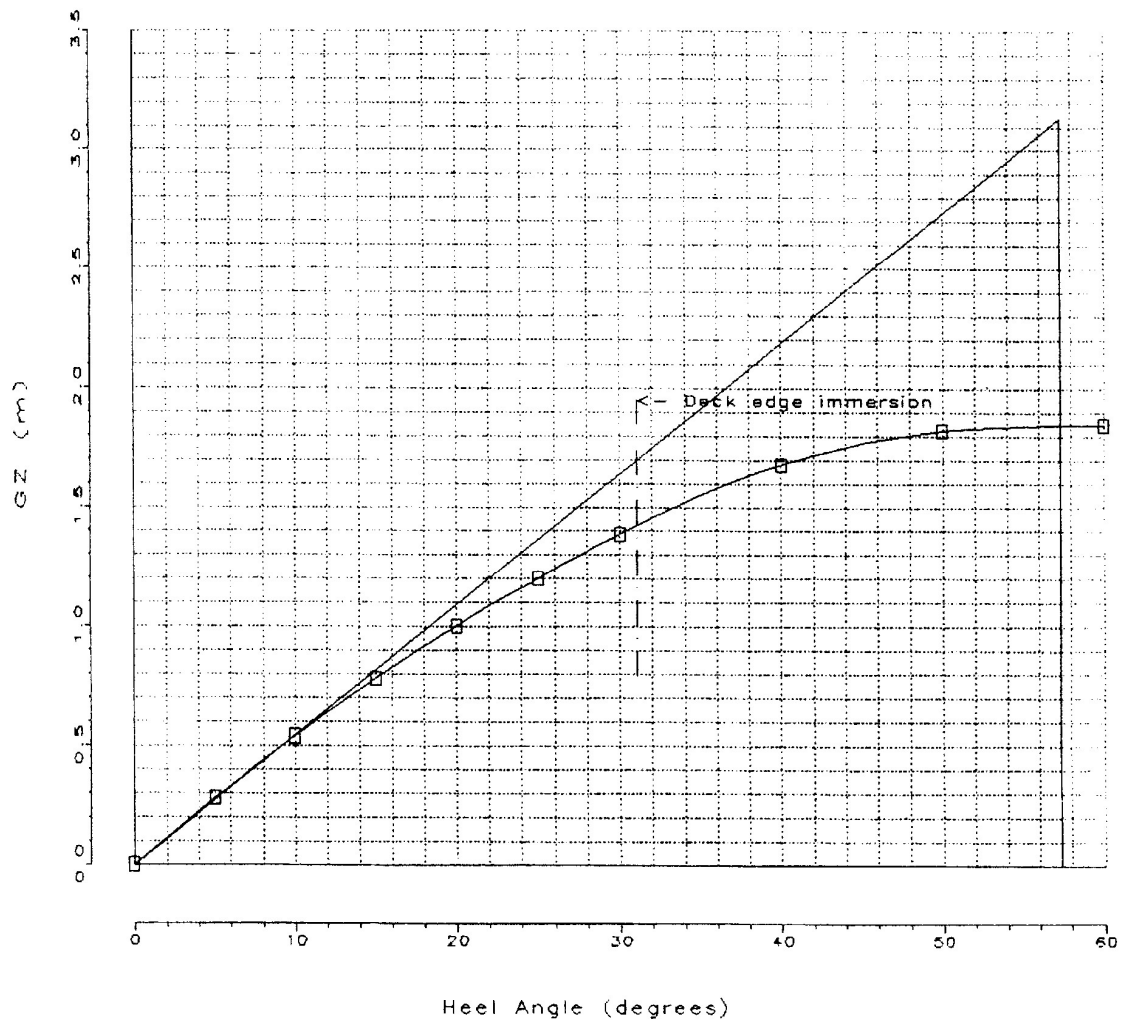
á : flooding angle
 ç : angle for maximum GZ
 GZarea : area of righting lever

| No. | Id. Code | Actual value | Conclusion | KGmax (m) |
|-----|----------|--------------|------------|-----------|
| 1 | GZMil | 0.9138 | OK | 3.486 |
| 2 | GZAng | 46.9999 | OK | 3.674 |
| 3 | GMMin | 1.7357 | OK | 3.978 |
| 4 | GZAr1 | 0.2116 | OK | 3.561 |
| 5 | GZAr2 | 0.3551 | OK | 3.526 |
| 6 | GZAr2 | 0.1435 | OK | 3.527 |

| | | |
|-----------------------------|------|-------|
| Stability conclusion | : | OK |
| Resulting KGmax | (m): | 3.486 |
| KG (incl. correction) | (m): | 2.392 |
| Stability margin | (m): | 1.093 |



Loading cond. no. : 1 ,SALIDA DE PUERTO AL 100% CONSUMOS Y MUNICIONES



| Angle (degr.) | GZ (m) | Acc.Area (m*rad) |
|---------------|--------|------------------|
| 0.00 | 0.000 | 0.0000 |
| 5.00 | 0.279 | 0.0123 |
| 10.00 | 0.540 | 0.0482 |
| 15.00 | 0.782 | 0.1060 |
| 20.00 | 1.003 | 0.1840 |
| 25.00 | 1.203 | 0.2804 |
| 30.00 | 1.389 | 0.3936 |
| 40.00 | 1.680 | 0.6633 |
| 50.00 | 1.822 | 0.9710 |
| 60.00 | 1.845 | 1.2924 |

HEEL TO STARBOARD SIDE

VCG in calc. : 1.110 m
TCG in calc. : 0.000 m
GZmax at 60.000 deg.

AREAS (m*rad) :

0 - 30 : 0.3936
0 - 40 : 0.6633
30 - 40 : 0.2697

Loading Condition no : 2
Condition Id. text : **LLEGADA A PUERTO 35% CONSUMOS Y 100% MUNICIONES**

WEIGHT LOADS

| Part No. | Id.text | Weight (tonn.) | Load (-) | LCG (m) | TCG (m) | VCG (m) | FSC (t*m) |
|----------|-----------------------|----------------|----------|---------|---------|---------|-----------|
| 1 | t. aguas sucias | 1.123 | 0.66 | 5.46 | 0.00 | 1.196 | |
| 2 | t. aguas sucias | 0.988 | 0.66 | 12.01 | 0.00 | 0.968 | |
| 3 | t. combustible | 5.456 | 0.33 | 13.39 | 0.00 | 1.063 | |
| 4 | t. combust. er/br | 4.237 | 0.36 | 15.90 | 0.00 | 1.688 | |
| 5 | t.comb.diar. er/br | 4.933 | 0.36 | 15.90 | 0.00 | 3.364 | |
| 6 | t.aceit.librific | 1.497 | 0.36 | 19.22 | 0.00 | 0.608 | |
| 7 | t.agua Rfrig er/br | 3.420 | 0.36 | 22.80 | 0.00 | 0.643 | |
| 8 | t.aceite sucio 1 | 1.641 | 0.66 | 26.40 | -0.24 | 0.571 | |
| 9 | t. lodos br | 1.338 | 0.66 | 26.39 | -1.22 | 0.665 | |
| 10 | t.aceite lubrif er | 1.168 | 0.36 | 26.39 | 0.95 | 0.633 | |
| 11 | t. combust er/br | 3.013 | 0.36 | 29.98 | 0.00 | 0.678 | |
| 12 | t.comb er/br | 15.169 | 0.36 | 32.36 | 0.00 | 2.358 | |
| 13 | t.comb.diar. er/br | 1.366 | 0.36 | 32.41 | -0.82 | 3.449 | |
| 14 | t.comb.diar c | 2.007 | 0.36 | 32.21 | 0.56 | 3.448 | |
| 15 | t. aguas sucias | 1.215 | 0.66 | 37.80 | 0.00 | 0.847 | |
| 16 | VIVERES | 3.800 | | 0.00 | 0.00 | 0.000 | |
| 17 | PERTRECHOS | 5.000 | | 0.00 | 0.00 | 0.000 | |
| 18 | TRIPULACION Y EFECTOS | 5.700 | | 0.00 | 0.00 | 0.000 | |
| 19 | MUNICION | 6.000 | | 0.00 | 0.00 | 0.000 | |
| 20 | ARMAMENTO | 4.000 | | 0.00 | 0.00 | 0.000 | |
| ----- | | | | | | | |
| | DEAD WEIGHT | 73.072 | | 16.27 | -0.01 | 1.204 | |
| | LIGHT SHIP WEIGHT | 240.428 | | 23.13 | 0.00 | 2.840 | |
| ----- | | | | | | | |
| | DISPLACEMENT | 313.500 | | 21.53 | 0.00 | 2.459 | |

Loading Condition no : 2
Condition Id. text : LLEGADA A PUERTO 35% CONSUMOS Y 100% MUNICIONES

EQUILIBRIUM and INITIAL STABILITY

Draught at LPP/2 (m): 1.809
Draught at AP (m): 2.118
Draught at FP (m): 1.500
Trim over LPP (m): 0.618
Heel angle (Starboard +) ... (deg.): -0.086
Water density(tonnes/m3): 1.025

Draftsmark readings :

Freeboard readings :

Displacement (tonnes): 313.489
LCB (relative to midship) (m): -4.546
LCB (relative to AP) (m): 21.520
VCB (relative to BL) (m): 1.220

LCF (relative to midship) (m): -5.286
LCF (relative to AP) (m): 20.780
Immersion (tonnes/cm): 2.775
Trim moment (tonnes*m/cm): 8.491

KG (incl. correction) (m): 2.459
Free surface correction (GG') . (m): 0.000
KGmax, intact, calculated (m): 3.529
KMT (metasentr. hight) (m): 4.425
GM (incl. correction) (m): 1.966

Loading Condition no : 2
 Condition Id. text : LLEGADA A PUERTO 35% CONSUMOS Y 100% MUNICIONES

Table of stability criteria

TYPE : IMO A.167 (ES.IV)

No. Id. text

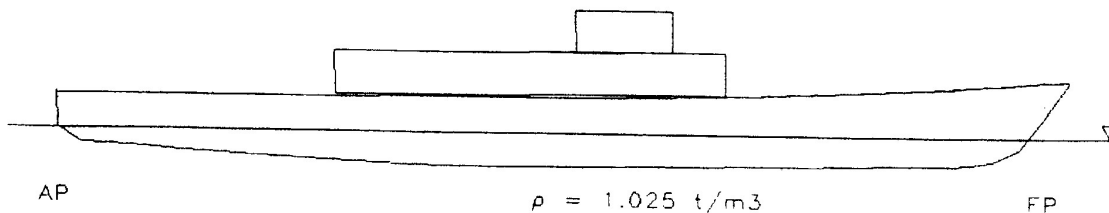
| | | |
|---|---|----------------------------|
| 1 | Minimum GZ at angle greater than 30.0° | : 0.20 m |
| 2 | Minimum heel angle for GZmax, φ | : 25.00 ° |
| 3 | Minimum GM | : 0.15 m |
| 4 | Minimum GZarea [0.0-30.0]° | : 0.055 m ² rad |
| 5 | Minimum GZarea [0.0-min<40.0, $\hat{\alpha}$ >]° | : 0.090 m ² rad |
| 6 | Minimum GZarea [30.0-min<40.0, $\hat{\alpha}$ >]° | : 0.030 m ² rad |

$\hat{\alpha}$: flooding angle
 φ : angle for maximum GZ
 GZarea : area of righting lever

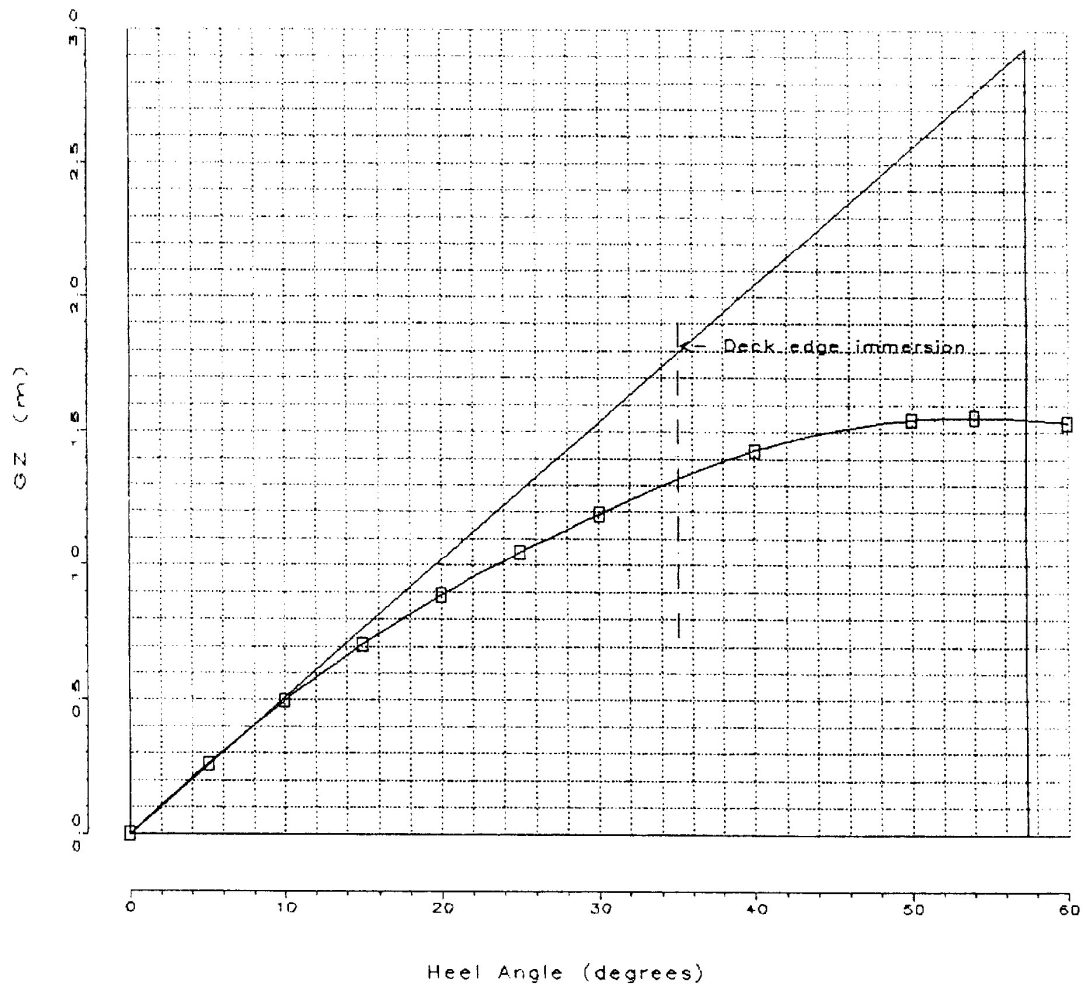
| No. | Id. Code | Actual value | Conclusion | KGmax (m) |
|-----|----------|--------------|------------|-----------|
| 1 | GZM1 | 0.9174 | OK | 3.529 |
| 2 | GZAng | 48.7999 | OK | 3.597 |
| 3 | GMMin | 1.9661 | OK | 4.275 |
| 4 | GZAr1 | 0.2170 | OK | 3.668 |
| 5 | GZAr2 | 0.3586 | OK | 3.607 |
| 6 | GZAr2 | 0.1415 | OK | 3.574 |

Stability conclusion : **OK**

Resulting KGmax (m): 3.529
 KG (incl. correction) (m): 2.459
 Stability margin (m): 1.070



Loading cond. no. : 2 ,LLEGADA A PUERTO 35% CONSUMOS Y 100% MUNICIONES



| Angle (degr.) | GZ (m) | Acc.Area (m*rad) |
|---------------|--------|------------------|
| 0.00 | 0.000 | 0.0000 |
| 5.00 | 0.261 | 0.0116 |
| 10.00 | 0.497 | 0.0448 |
| 15.00 | 0.706 | 0.0975 |
| 20.00 | 0.889 | 0.1673 |
| 25.00 | 1.049 | 0.2520 |
| 30.00 | 1.191 | 0.3498 |
| 40.00 | 1.431 | 0.5799 |
| 50.00 | 1.546 | 0.8416 |
| 54.00 | 1.556 | 0.9500 |
| 60.00 | 1.536 | 1.1122 |

HEEL TO STARBOARD SIDE
VCG in calc. : 1.575 m
TCG in calc. : 0.000 m
GZmax at 54.000 deg.

AREAS (m*rad) :
0 - 30 : 0.3498
0 - 40 : 0.5799
30 - 40 : 0.2301

 Loading Condition no : 3
 Condition Id. text : **LLEGADA A PUERTO 10% CONSUMOS Y 0% MUNICIONES**

WEIGHT LOADS

| Part No. | Id.text | Weight (tonn.) | Load (-) | LCG (m) | TCG (m) | VCG (m) | FSC (t*m) |
|----------|-----------------------|----------------|----------|---------|---------|---------|-----------|
| 1 | t.aceite sucio 1 | 2.287 | 0.92 | 26.40 | -0.24 | 0.571 | |
| 2 | t. aguas sucias | 1.378 | 0.92 | 12.01 | 0.00 | 0.968 | |
| 3 | t. combustible | 1.653 | 0.10 | 13.39 | 0.00 | 1.063 | |
| 4 | t. combust. er/br | 1.177 | 0.10 | 15.90 | 0.00 | 1.688 | |
| 5 | t.comb.diar. er/br | 1.370 | 0.10 | 15.90 | 0.00 | 3.364 | |
| 6 | t.aceit.librific | 0.416 | 0.10 | 19.22 | 0.00 | 0.608 | |
| 7 | t.agua Rfrig er/br | 0.950 | 0.10 | 22.80 | 0.00 | 0.643 | |
| 8 | t.aceite sucio 1 | 2.287 | 0.92 | 26.40 | -0.24 | 0.571 | |
| 9 | t. lodos br | 1.865 | 0.92 | 26.39 | -1.22 | 0.665 | |
| 10 | t.aceite lubrif er | 0.324 | 0.10 | 26.39 | 0.95 | 0.633 | |
| 11 | t. combust er/br | 0.837 | 0.10 | 29.98 | 0.00 | 0.678 | |
| 12 | t.comb er/br | 4.214 | 0.10 | 32.36 | 0.00 | 2.358 | |
| 13 | t.comb.diar. er/br | 0.380 | 0.10 | 32.41 | -0.82 | 3.449 | |
| 14 | t.comb.diar c | 0.558 | 0.10 | 32.21 | 0.56 | 3.448 | |
| 15 | t. aguas sucias | 1.693 | 0.92 | 37.80 | 0.00 | 0.847 | |
| 16 | VIVERES | 3.800 | | 0.00 | 0.00 | 0.000 | |
| 17 | PERTRECHOS | 5.000 | | 0.00 | 0.00 | 0.000 | |
| 18 | TRIPULACION Y EFECTOS | 5.700 | | 0.00 | 0.00 | 0.000 | |
| 19 | ARMAMENTO | 4.000 | | 0.00 | 0.00 | 0.000 | |
| ----- | | | | | | | |
| | DEAD WEIGHT | 39.889 | | 13.61 | -0.08 | 0.747 | |
| | LIGHT SHIP WEIGHT | 240.428 | | 23.13 | 0.00 | 2.840 | |
| ----- | | | | | | | |
| | DISPLACEMENT | 280.317 | | 21.78 | -0.01 | 2.542 | |

Loading Condition no : 3
Condition Id. text : LLEGADA A PUERTO 10% CONSUMOS Y 0% MUNICIONES

EQUILIBRIUM and INITIAL STABILITY

Draught at LPP/2 (m): 1.697
Draught at AP (m): 1.979
Draught at FP (m): 1.414
Trim over LPP (m): 0.565
Heel angle (Starboard +) ... (deg.): -0.347
Water density(tonnes/m3): 1.025

Draftsmark readings :

Freeboard readings :

Displacement (tonnes): 280.308
LCB (relative to midship) (m): -4.302
LCB (relative to AP) (m): 21.764
VCB (relative to BL) (m): 1.148

LCF (relative to midship) (m): -5.241
LCF (relative to AP) (m): 20.825
Immersion (tonnes/cm): 2.712
Trim moment (tonnes*m/cm): 8.228

KG (incl. correction) (m): 2.542
Free surface correction (GG') . (m): 0.000
KGmax, intact, calculated (m): 3.530
KMT (metasentr. hight) (m): 4.360
GM (incl. correction) (m): 1.817

Loading Condition no : 3
 Condition Id. text : LLEGADA A PUERTO 10% CONSUMOS Y 0% MUNICIONES

Table of stability criteria

TYPE : IMO A.167 (ES.IV)

No. Id. text

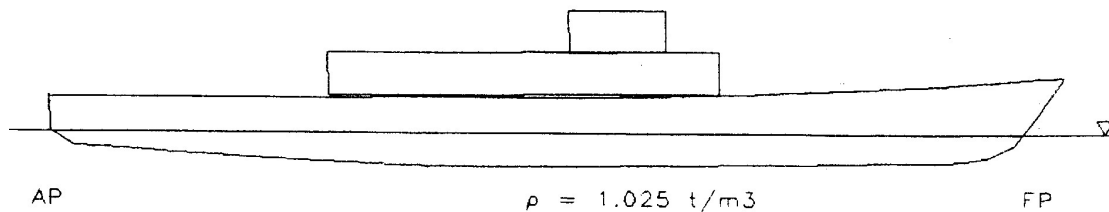
| | | |
|---|---|---------------|
| 1 | Minimum GZ at angle greater than 30.0° | : 0.20 m |
| 2 | Minimum heel angle for GZmax, φ | : 25.00 ° |
| 3 | Minimum GM | : 0.15 m |
| 4 | Minimum GZarea [0.0-30.0]° | : 0.055 m*rad |
| 5 | Minimum GZarea [0.0-min<40.0, $\hat{\alpha}$ >]° | : 0.090 m*rad |
| 6 | Minimum GZarea [30.0-min<40.0, $\hat{\alpha}$ >]° | : 0.030 m*rad |

$\hat{\alpha}$: flooding angle
 φ : angle for maximum GZ
 GZarea : area of righting lever

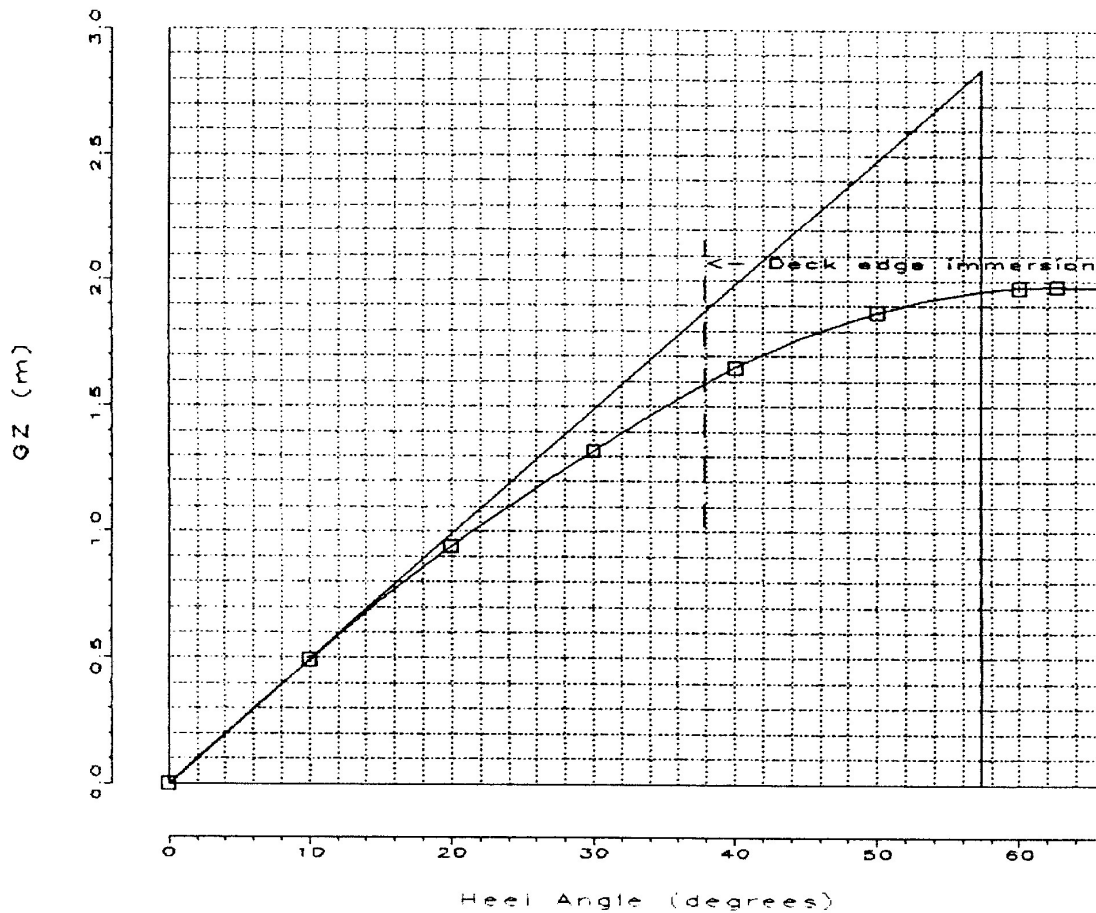
| No. | Id. Code | Actual value | Conclusion | KGmax (m) |
|-----|----------|--------------|------------|-----------|
| 1 | GZM1 | 0.8782 | OK | 3.542 |
| 2 | GZAng | 50.2998 | OK | 3.530 |
| 3 | GMMin | 1.8175 | OK | 4.210 |
| 4 | GZAr1 | 0.2128 | OK | 3.720 |
| 5 | GZAr2 | 0.3466 | OK | 3.639 |
| 6 | GZAr2 | 0.1338 | OK | 3.580 |

Stability conclusion : **OK**

Resulting KGmax (m): 3.530
 KG (incl. correction) (m): 2.542
 Stability margin (m): 0.988



Loading cond. No. : 3, LLEGADA A PUERTO 10% CONSUMOS Y 0% MUNICIONES.



| Angle (Degr.) | GZ (m) | Acc.Area (m*rad) | HEEL TO STARBOARD SIDE |
|---------------|--------|------------------|------------------------|
| 0.00 | 0.000 | 0.0000 | VCG in calc. : 1.750 m |
| 10.00 | 0.492 | 0.0431 | TCG in calc. : 0.000 m |
| 20.00 | 0.941 | 0.1692 | Gzmax at 62.700 deg. |
| 30.00 | 1.320 | 0.3672 | |
| 40.00 | 1.655 | 0.6279 | |
| 50.00 | 1.875 | 0.9377 | AREAS (m*rad) : |
| 60.00 | 1.974 | 1.2754 | 0 - 30 : 0.3672 |
| 62.70 | 1.978 | 1.3685 | 0 - 40 : 0.6279 |
| | | | 30 - 40 : 0.2607 |

13.3 ESTABILIDAD DESPUÉS DE AVERÍAS

Donde se estudiarán los siguientes casos:

(a) Salida de Puerto al 100% Consumos y Municiones.-

Con 2 Compartimentos Inundados: CC.MM. Popa, CC.MM. Proa.

(b) Llegada a Puerto al 35% Consumos y 100% Municiones.-

Con 4 Compartimentos Inundados: Servomotor, sollado marinería de Popa, Compartimiento de Sollado de Popa, CC.MM. Popa.

(c) Llegada a Puerto 10% Consumos y 0% Municiones.-

Con 3 Compartimentos Inundados, sollado de Proa, pañol de Contramaestre, pique de Proa.

(d) Llegada a Puerto 50% Consumos y 50% Municiones.-

Con 6 Compartimentos Inundados, CC.MM. Proa, tanques de Combustible de Proa, Suboficiales de Proa, sollado de Proa, pañol del Contramaestre, pique de Proa.

(a) Salida de Puerto al 100% Consumos y Municiones.- Con 2 Compartimentos Inundados: CC.MM. Popa, CC.MM. Proa.

DAMAGE SPECIFICATION . Id. Text : CC.MM POPA Y PROA

COMPARTMENTS DAMAGED TO SEA :

| Comp.No. | Id.text | Permeability | Max.Volume (m3) |
|----------|------------|--------------|-----------------|
| 4 | CC.MM.POPA | 0.980 | 160.613 |

**) All liquid cargo in damaged compartments WILL BE REMOVED prior to the calculations




COMPARTMENTS COMBINED :

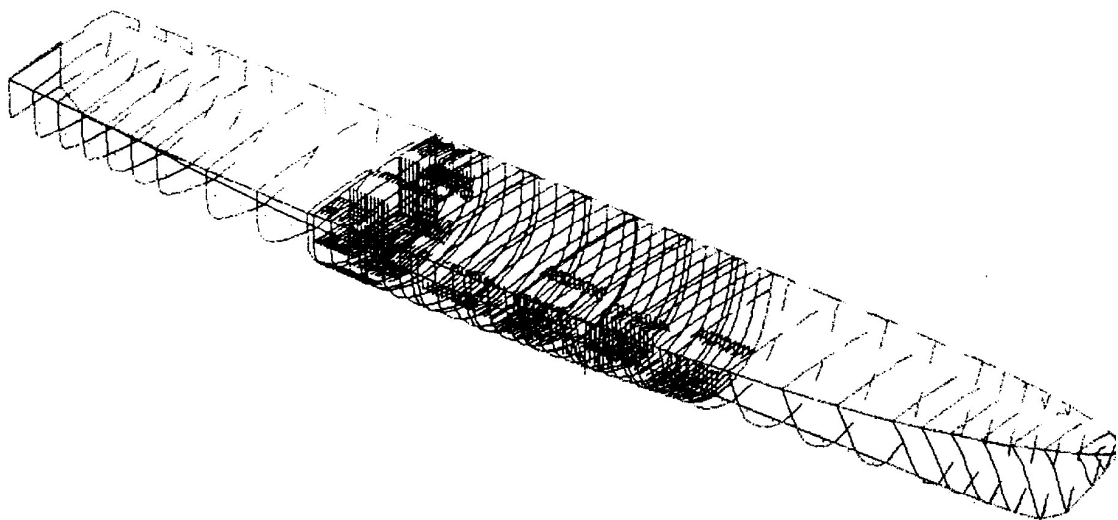
| Comp.No. | Id.text | Permeability | Max.Volume (m3) |
|----------|------------|--------------|-----------------|
| 5 | CC.MM.PROA | 0.980 | 146.326 |

**) All liquid cargo in combined compartments WILL BE MIXED prior to the calculations

-No structural damage is specified-

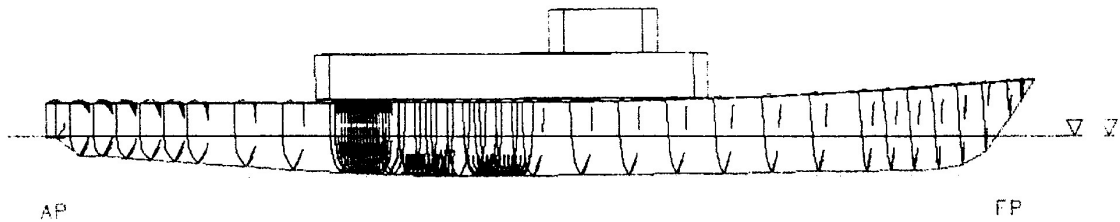
FLOOD OPENING TYPES

Weatherlight : 
Local Flooding : 
Downflooding : 

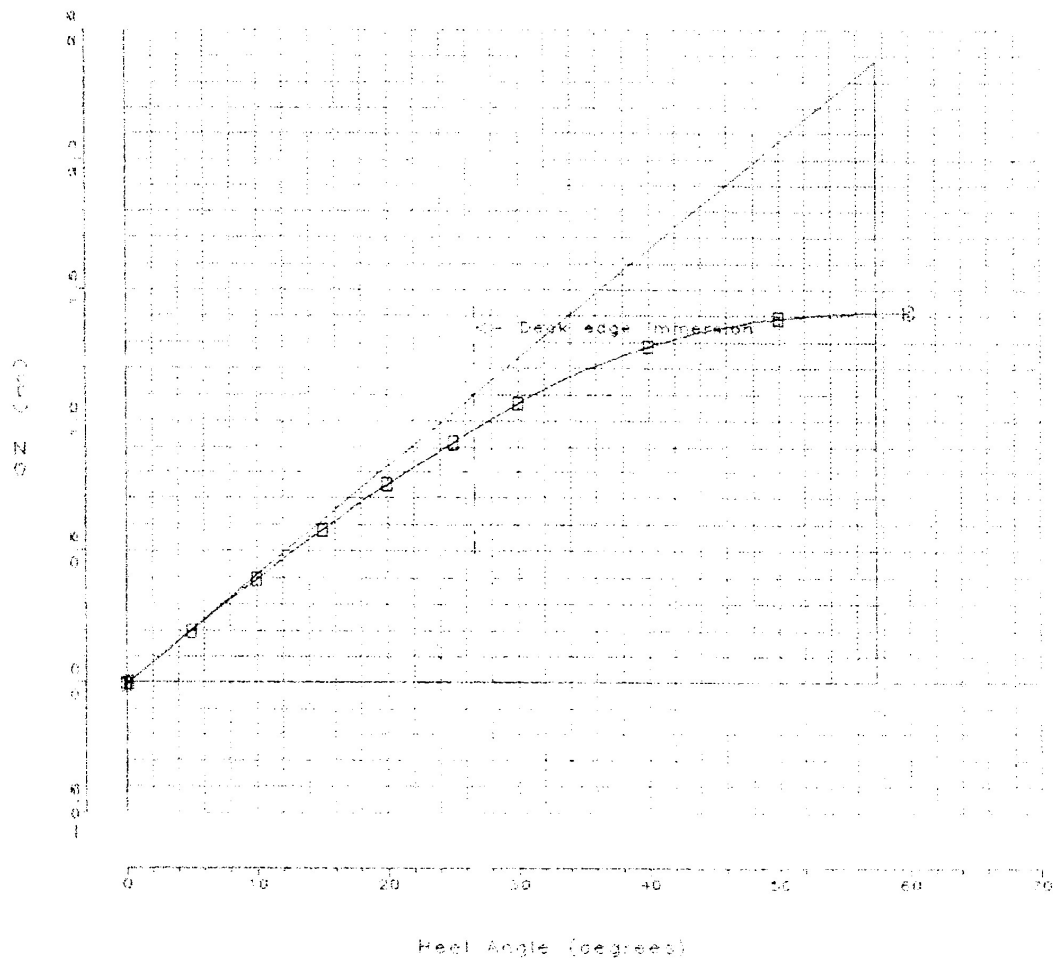


Loading cond. No.: 1.SALIDA DE PUERTO AL 100% CONSUMOS Y MUNICIONES
DAMAGE ID.TEXT : CC.MM. POPA Y PROA
Damage calc. Are based on the ADDED WEIGHT METHOD

| | | | |
|-----------------------------------|---|---------|----------------|
| Mean Draught | : | 2.249 | m |
| Trim over LPP | : | 0.174 | m |
| List (stb.+) | : | 0.188 | deg. |
| Displacement | : | 415.232 | tonnes |
| LCB (from midship) | : | -2.825 | m |
| Amount of water in damaged tanks | : | 62.134 | m ³ |
| GM | : | 2.378 | m |
| Min. vertical dist. To upper deck | : | 1.664 | m |



Loading cond. No.:1.SALIDA DE PUERTO AL 100% CONSUMOS Y MUNICIONES



DAMAGE ID.TEXT POPA Y PROA

| Angle (Degr.) | GZ (m) | Acc.Area (m*rad) | HEEL TO STARBOARD SIDE |
|---------------|--------|------------------|----------------------------|
| 0.00 | -0.008 | 0.0000 | VCG in calc. : 1.110 m |
| 0.19 | 0.000 | 0.0000 | TCG in calc. : 0.009 m |
| 5.00 | 0.197 | 0.0083 | Gzmax at 60 deg. |
| 10.00 | 0.393 | 0.0341 | Equilibrium at 0.188 deg. |
| 15.00 | 0.579 | 0.0766 | |
| 20.00 | 0.753 | 0.1348 | GZArea in pos. range: |
| 25.00 | 0.916 | 0.2077 | 0.9819 m*rad |
| 30.00 | 1.066 | 0.2944 | |
| 40.00 | 1.283 | 0.5011 | |
| 50.00 | 1.391 | 0.7359 | |
| 60.00 | 1.416 | 0.9819 | Positive GZ-Range : 59.812 |

Loading Condition no : 1

Condition Id. Text : SALIDA PUERTO 100% CONSUMOS Y MUNICIONES

Damage Id. Text : CC.MM. POPA Y PROA

Table of stability criteria

TYPE Passenger.Ships (SOLAS 74 11-1 part B)

No. Id. Text

| | | | | |
|----|--|---|--------|-------|
| 1. | Maximum aE : 7.00x , no deck edge immersion | : | 7.00 | x |
| 2. | Minimum Gzarea ;aE - min<22.0,a>x | : | 0.0150 | m*rad |
| 3. | Minimum distance to margin line | : | 0.00 | m |
| 4. | Range of pos. RL, wind moment: SOLAS,II-1,part B,Reg.8 | : | 15.00 | x |
| 5. | Range of pos. RL, Moment: 10.00 t*m, SOLAS,II-1,B,R.8 | : | 15.00 | x |
| 6. | Minimum GM, symmetric flooding, constant displ. Method | : | 0.05 | m |

a : flooding angle
aE = final equilibrium angle of heel
All distances are related to waterline of equilibrium
RL = residual righting lever

| No. | Id.Code | Actual value | Conclusion |
|-----|---------|--------------|------------|
| 1 | Equil | 0.1881 | OK |
| 2 | GZArl | 0.1623 | OK |
| 3 | MargL | 0.0000 | OK |
| 4 | GZW | 57.3907 | OK |
| 5 | GZHM | 57.3907 | OK |
| 6 | Gmmin | 2.8928 | OK |

Stability conclusion (m) : **OK**

(b) Llegada a Puerto al 35% Consumos y 100% Municiones. Con 4 Compartimentos Inundados: Servomotor, sollado marinería de Popa, Compartimiento de Sollado de Popa, CC.MM. Popa.

DAMAGE SPECIFICATION . Id. Text : 4 COMP. POPA

COMPARTMENTS DAMAGED TO SEA :

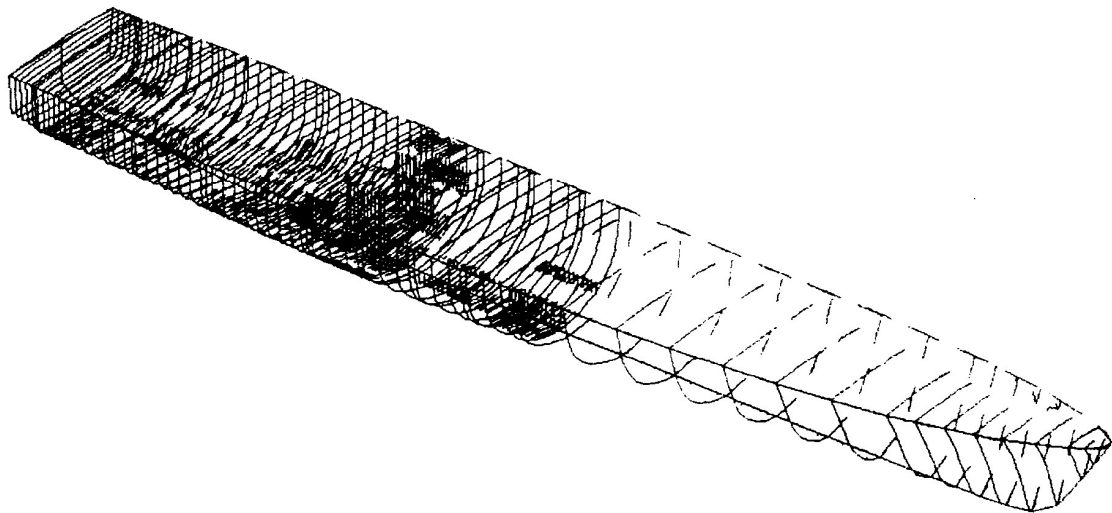
| Comp.No. | Id.text | Permeability | Max.Volume (m3) |
|----------|--------------|--------------|-----------------|
| 1 | SERVOMOTOR | 0.980 | 45.050 |
| 2 | SOLLADO POPA | 0.980 | 97.839 |
| 3 | SUBOFIC.POPA | 0.980 | 103.790 |
| 4 | CC.MM.POPA | 0.980 | 160.613 |

***) All liquid cargo in damaged compartments WILL BE REMOVED prior to the calculations

-No structural damage is specified-

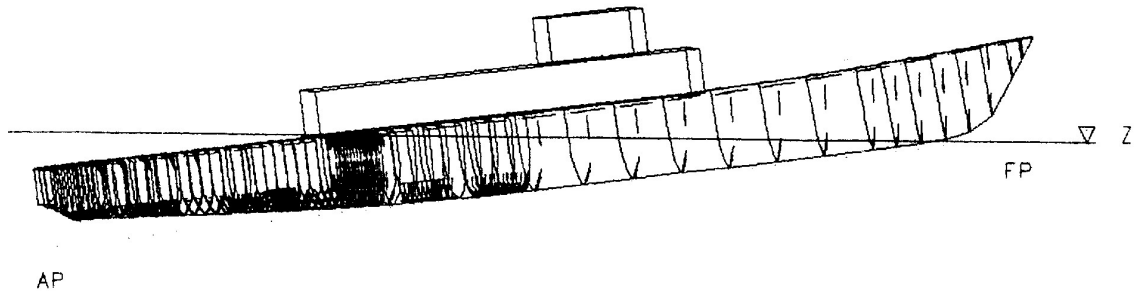
FLOOD OPENING TYPES

Weathertight :
Local Flooding :
Downflooding :

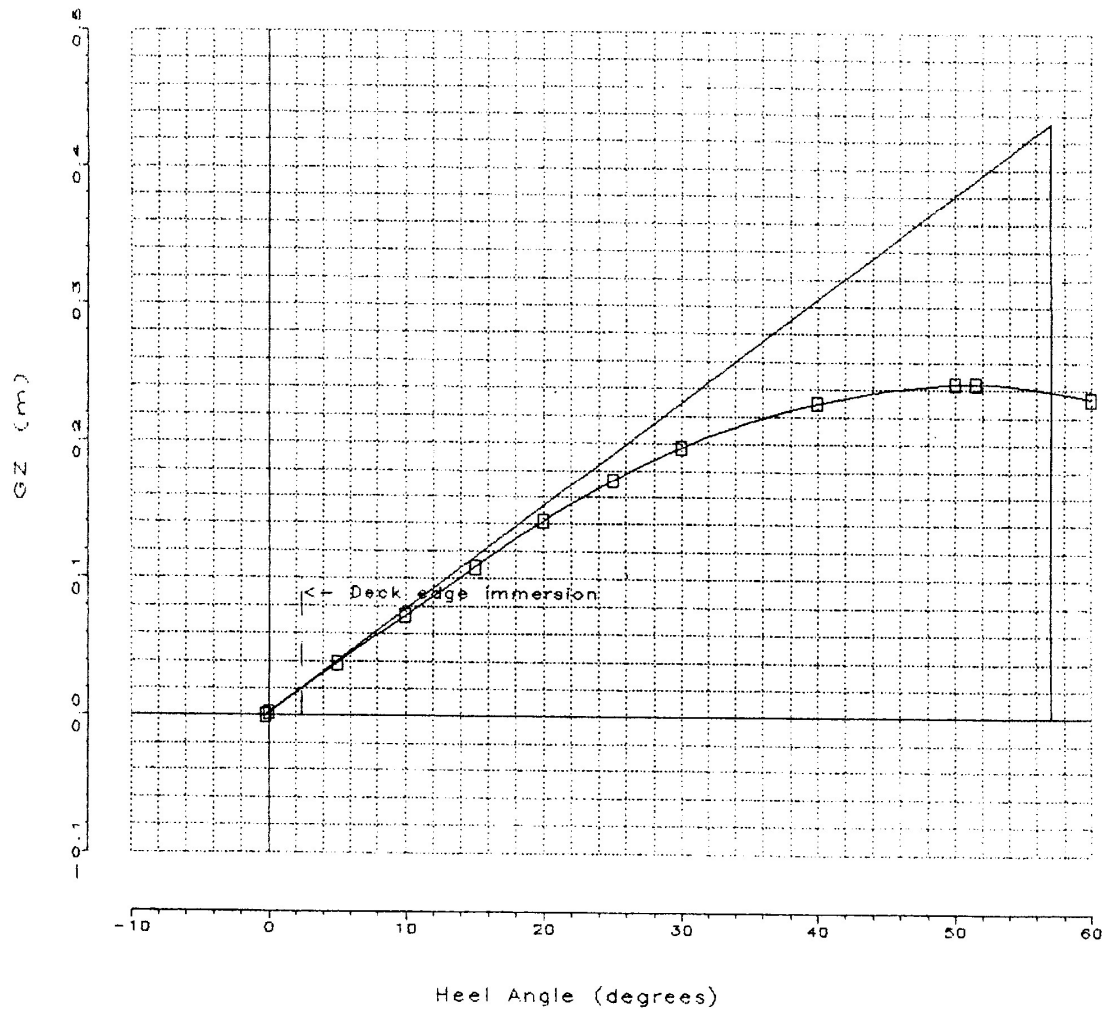


Loading cond. No.: 2.LLEGADA A PUERTO 35% CONSUMOS Y 100% MUNICIONES
DAMAGE ID.TEXT : 4 COMP. POPA
Damage calc. Are based on the ADDED WEIGHT METHOD

| | | | |
|-----------------------------------|---|---------|----------------|
| Mean Draught | : | 2.917 | m |
| Trim over LPP | : | 6.007 | m |
| List (stb.+) | : | -0.244 | deg. |
| Displacement | : | 667.590 | tonnes |
| LCB (from midship) | : | -8.879 | m |
| Amount of water in damaged tanks | : | 364.136 | m ³ |
| GM | : | 0.434 | m |
| Min. vertical dist. To upper deck | : | -1.907 | m |



Loading cond. No.:2.LLEGADA PUERTO 35% CONSUMOS Y 100% MUNICIONES



DAMAGE ID.TEXT POPA

| Angle (Degr.) | GZ (m) | Acc.Area (m*rad) | HEEL TO STARBOARD SIDE |
|---------------|--------|------------------|---------------------------------------|
| -0.24 | 0.000 | 0.0000 | VCG in calc. : 1.575 m |
| 0.00 | 0.002 | 0.0000 | TCG in calc. : -0.005 m |
| 5.00 | 0.038 | 0.0018 | Gzmax at 51.50 deg. |
| 10.00 | 0.073 | 0.0066 | Equilibrium at -0.244 deg. |
| 15.00 | 0.108 | 0.0146 | |
| 20.00 | 0.142 | 0.0255 | |
| 25.00 | 0.172 | 0.0393 | |
| 30.00 | 0.197 | 0.0554 | |
| 40.00 | 0.229 | 0.0929 | |
| 50.00 | 0.244 | 0.1345 | |
| 51.50 | 0.244 | 0.1409 | |
| 60.00 | 1.233 | 0.1757 | |
| | | | GZArea in pos. range: 0.2757 m*rad |
| | | | Positive GZ-Range : 60.244 |

Loading Condition no : 2

Condition Id. Text : 2.LLEGADA A PUERTO 35% CONSUMOS Y 100% MUNICIONES

Damage Id. Text : 4 COMP. POPA

Table of stability criteria

TYPE Passenger.Ships (SOLAS 74 11-1 part B)

No. Id. Text

| | | | | |
|----|--|---|--------|-------|
| 1. | Maximum aE : 7.00x , no deck edge immersion | : | 7.00 | x |
| 2. | Minimum Gzarea ;aE - min<22.0,a>x | : | 0.0150 | m*rad |
| 3. | Minimum distance to margin line | : | 0.00 | m |
| 4. | Range of pos. RL, wind moment: SOLAS,II-1,part B,Reg.8 | : | 15.00 | x |
| 5. | Range of pos. RL, Moment: 10.00 t*m, SOLAS,II-1,B,R.8 | : | 15.00 | x |
| 6. | Minimum GM, symmetric flooding, constant displ. Method | : | 0.05 | m |

a : flooding angle
aE = final equilibrium angle of heel
All distances are related to waterline of equilibrium
RL = residual righting lever

| No. | Id.Code | Actual value | Conclusion |
|-----|---------|--------------|------------|
| 1 | Equil | -0.2437 | OK |
| 2 | GZArl | 0.0307 | OK |
| 3 | MargL | 0.0000 | OK |
| 4 | GZW | 46.1580 | OK |
| 5 | GZHM | 46.1580 | OK |
| 6 | Gmmin | 1.1061 | OK |

Stability conclusion (m) : **OK**

(c) Llegada a Puerto 10% Consumos y 0% Municiones.- Con 3 Compartimentos Inundados, sollado de Proa, pañol de Contramaestre, pique de Proa.

DAMAGE SPECIFICATION . Id. Text : Pique

COMPARTMENTS DAMAGED TO SEA :

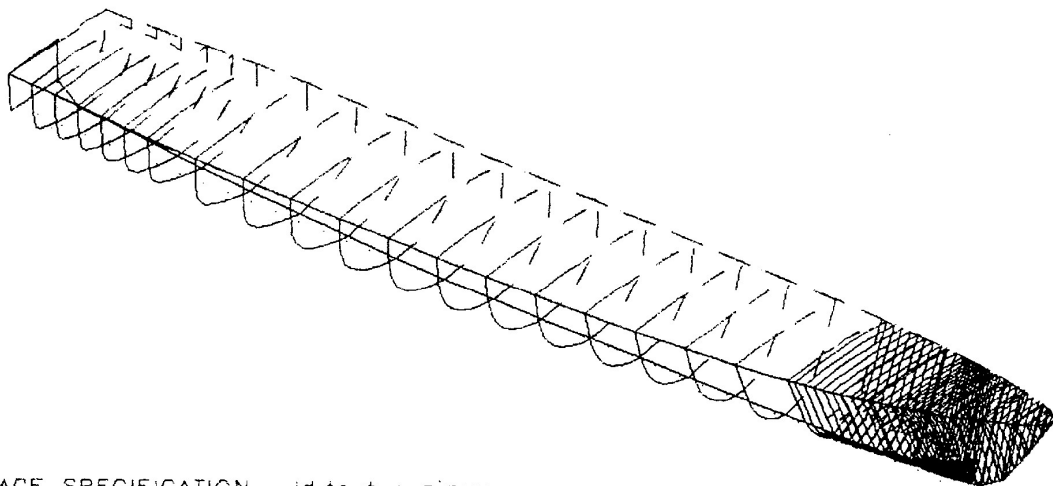
| Comp.No. | Id.text | Permeability | Max.Volume (m3) |
|----------|---------------------|--------------|-----------------|
| 8 | SOLLADO PROA | 0.980 | 55.756 |
| 9 | PAÑOL CONTRAMAESTRE | 0.980 | 15.289 |
| 10 | PIQUE DE PROA | 0.980 | 15.879 |

**) All liquid cargo in damaged compartments WILL BE REMOVED prior to the calculations

-No structural damage is specified-

FLOOD OPENING TYPES

Weatherlight :
 Local Flooding :
 Downflooding :



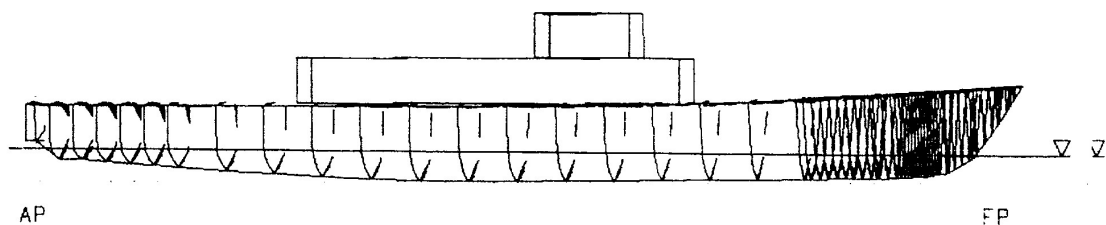
DAMAGE SPECIFICATION , id.text : pique

Loading cond. No.: 3.LLEGADA A PUERTO 10% CONSUMOS Y 0% MUNICIONES

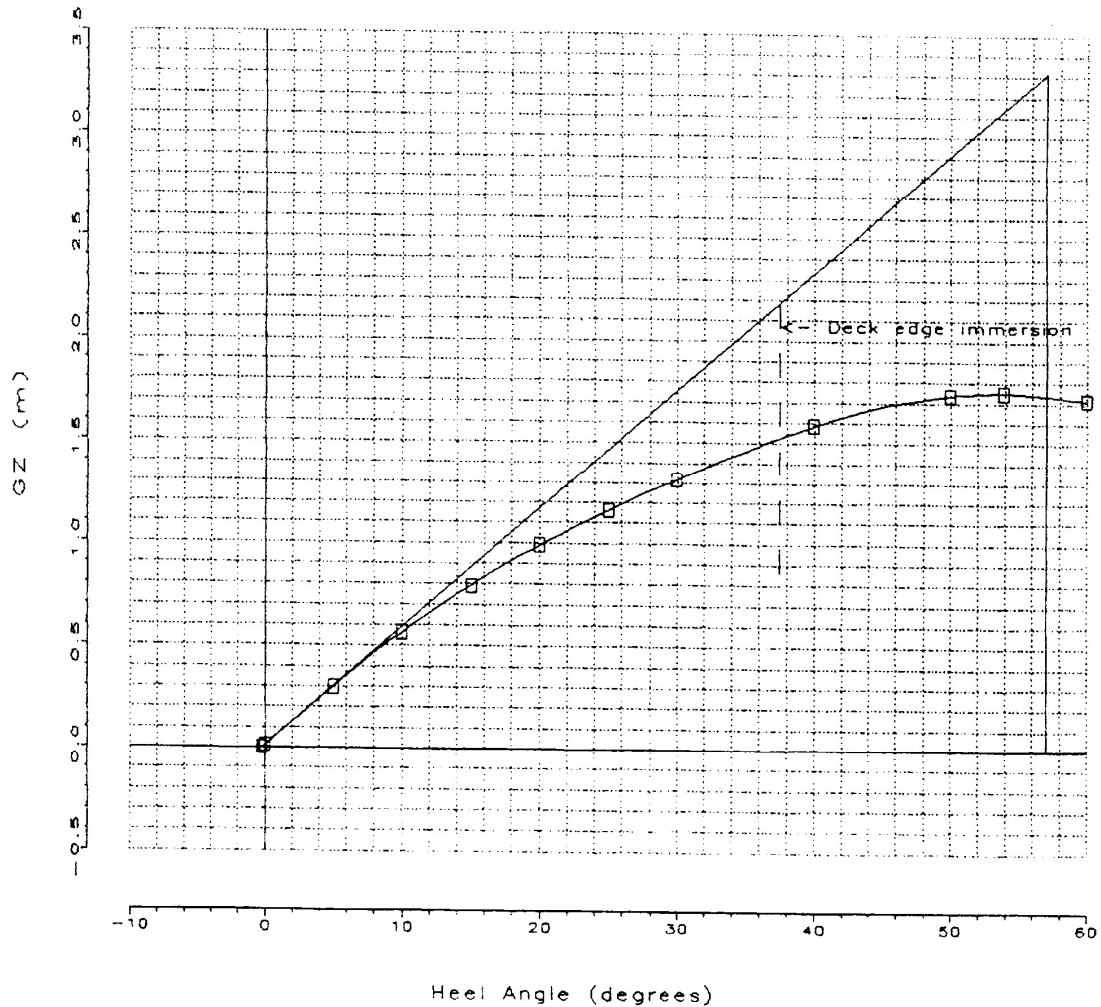
DAMAGE ID.TEXT : PIQUE

Damage calc. Are based on the ADDED WEIGHT METHOD

| | | | |
|-----------------------------------|---|---------|--------|
| Mean Draught | : | 1.688 | m |
| Trim over LPP | : | 0.282 | m |
| List (stb.+) | : | -0.219 | deg. |
| Displacement | : | 263.785 | tonnes |
| LCB (from midship) | : | -2.353 | m |
| Amount of water in damaged tanks | : | 0.562 | m3 |
| GM | : | 3.320 | m |
| Min. vertical dist. To upper deck | : | 2.171 | m |



Loading cond. No.:3.LLEGADA PUERTO 10% CONSUMOS Y 0% MUNICIONES



DAMAGE ID.TEXT PIQUE

| Angle (Degr.) | GZ (m) | Acc.Area (m*rad) |
|---------------|--------|------------------|
| -0.22 | -0.001 | 0.0000 |
| 0.00 | 0.012 | 0.0000 |
| 5.00 | 0.297 | 0.0136 |
| 10.00 | 0.565 | 0.0514 |
| 15.00 | 0.793 | 0.1109 |
| 20.00 | 0.991 | 0.1889 |
| 25.00 | 1.164 | 0.2831 |
| 30.00 | 1.317 | 0.3915 |
| 40.00 | 1.585 | 0.6458 |
| 50.00 | 1.736 | 0.9378 |
| 51.50 | 1.750 | 1.0565 |
| 60.00 | 1.713 | 1.2350 |

HEEL TO STARBOARD SIDE
 VCG in calc. : 1.295 m
 TCG in calc. : -0.012 m
 Gzmax at 53.900 deg.
 Equilibrium at -0.219 deg.

GZArea in pos. range:
 1.2350 m*rad

Positive GZ-Range : 60.219

Loading Condition no : 3

Condition Id. Text : 3.LLEGADA A PUERTO 10% CONSUMOS Y 0% MUNICIONES

Damage Id. Text : PIQUE

Table of stability criteria

TYPE Passenger.Ships (SOLAS 74 11-1 part B)

No. Id. Text

| | | | | |
|----|--|---|--------|-------|
| 1. | Maximum aE : 7.00x , no deck edge immersion | : | 7.00 | x |
| 2. | Minimum Gzarea jaE - min<22.0,a>x | : | 0.0150 | m*rad |
| 3. | Minimum distance to margin line | : | 0.00 | m |
| 4. | Range of pos. RL, wind moment: SOLAS,II-1,part B,Reg.8 | : | 15.00 | x |
| 5. | Range of pos. RL, Moment: 10.00 t*m, SOLAS,II-1,B,R.8 | : | 15.00 | x |
| 6. | Minimum GM, symmetric flooding, constant displ. Method | : | 0.05 | m |

a : flooding angle
aE = final equilibrium angle of heel
All distances are related to waterline of equilibrium
RL = residual righting lever

| No. | Id.Code | Actual value | Conclusion |
|-----|---------|--------------|------------|
| 1 | Equil | -0.2192 | OK |
| 2 | GZArl | 0.2247 | OK |
| 3 | MargL | 0.0000 | OK |
| 4 | GZW | 58.4627 | OK |
| 5 | GZHM | 58.4627 | OK |
| 6 | Gmmin | 2.8928 | OK |

Stability conclusion (m) : **OK**

(d) Llegada a Puerto 50% Consumos y 50% Municiones.- Con 6 Compartimentos Inundados, CC.MM. Proa, tanques de Combustible de Proa, Suboficiales de Proa, sollado de Proa, pañol del Contramaestre, pique de Proa.

DAMAGE SPECIFICATION . Id. Text : Proa

COMPARTMENTS DAMAGED TO SEA :

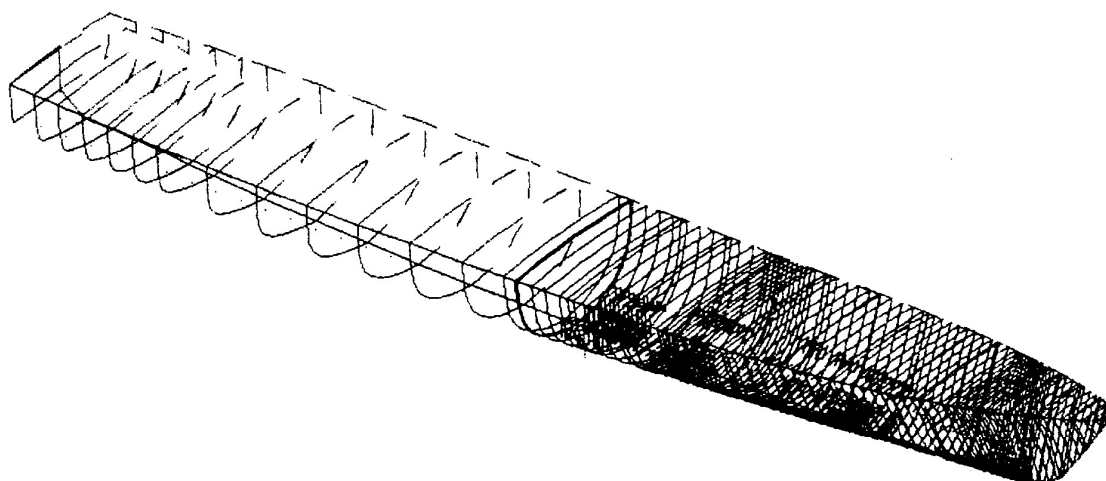
| Comp.No. | Id.text | Permeability | Max.Volume (m3) |
|----------|---------------------|--------------|-----------------|
| 5 | CC.MM PROA | 0.980 | 146.326 |
| 6 | T.COMBUSTIBLE | 0.980 | 49.675 |
| 7 | SUBOFIC.PROA | 0.980 | 84.947 |
| 8 | SOLLADO PROA | 0.980 | 55.756 |
| 9 | PAÑOL CONTRAMAESTRE | 0.980 | 15.289 |
| 10 | PIQUE DE PROA | 0.980 | 15.879 |

**) All liquid cargo in damaged compartments WILL BE REMOVED prior to the calculations

-No structural damage is specified-

FLOOD OPENING TYPES

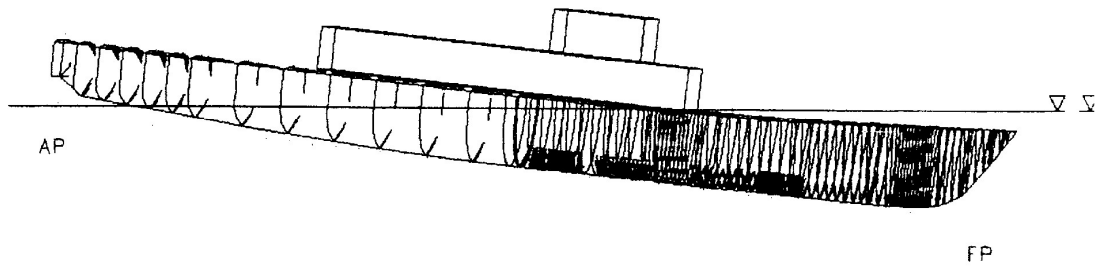
Weathertight :
 Local Flooding :
 Downflooding :



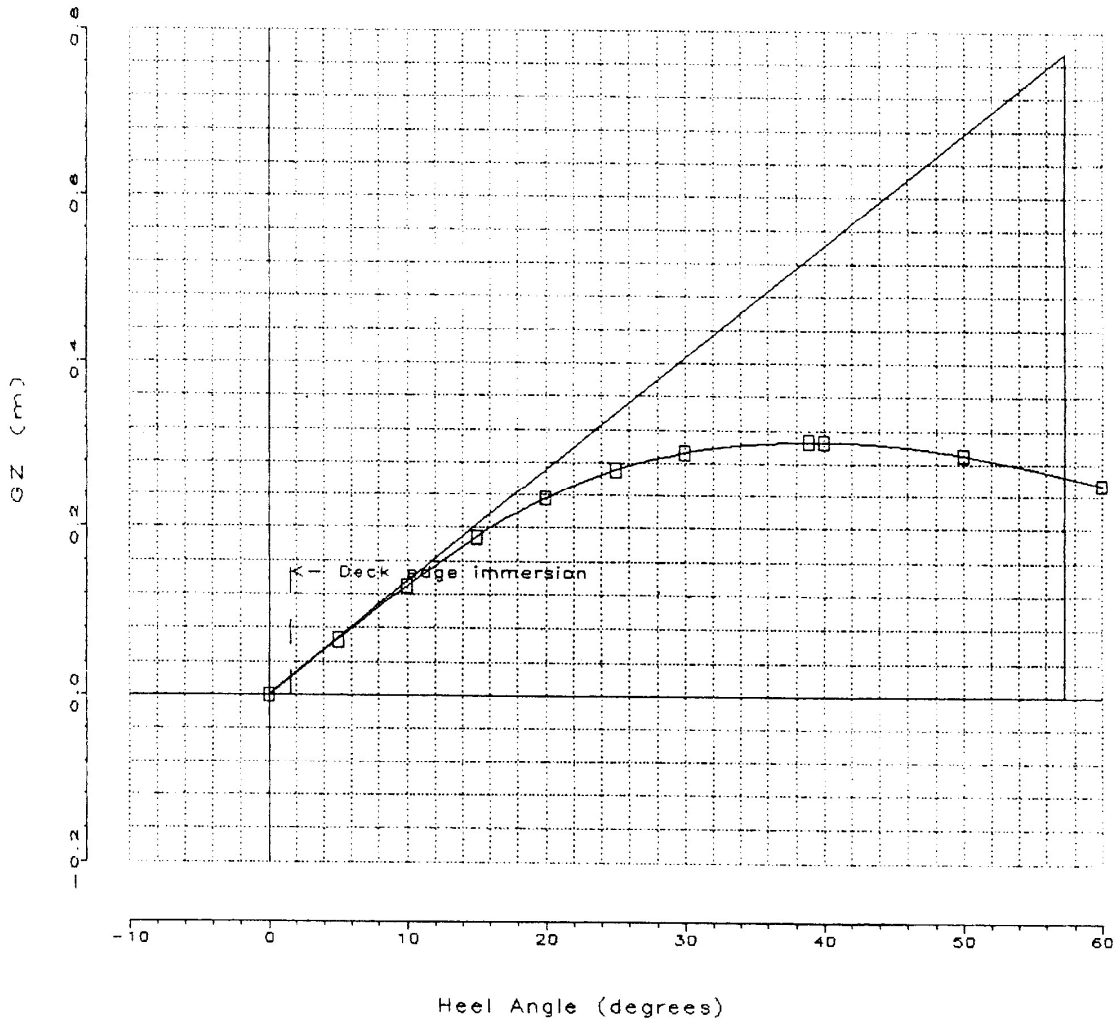
DAMAGE SPECIFICATION . Id.text : Proa

Loading cond. No.: 4.LLEGADA A PUERTO 50% CONSUMOS Y 50% MUNICIONES
DAMAGE ID.TEXT : PROA
Damage calc. Are based on the ADDED WEIGHT METHOD

| | | | |
|-----------------------------------|---|---------|----------------|
| Mean Draught | : | 3.385 | m |
| Trim over LPP | : | -5.394 | m |
| List (stb.+) | : | -0.023 | deg. |
| Displacement | : | 652.764 | tonnes |
| LCB (from midship) | : | 4.746 | m |
| Amount of water in damaged tanks | : | 0.562 | m ³ |
| GM | : | 3.320 | m |
| Min. vertical dist. To upper deck | : | 2.171 | m |



Loading cond. No.:4.LLEGADA PUERTO 50% CONSUMOS Y50% MUNICIONES



DAMAGE ID.TEXT PROA

| Angle (Degr.) | GZ (m) | Acc.Area (m*rad) | HEEL TO STARBOARD SIDE |
|---------------|--------|------------------|----------------------------|
| -0.02 | 0.000 | 0.0000 | VCG in calc. : 1.737 m |
| 0.00 | 0.000 | 0.0000 | TCG in calc. : -0.001 m |
| 5.00 | 0.066 | 0.0029 | Gzmax at 38.900 deg. |
| 10.00 | 0.130 | 0.0115 | Equilibrium at -0.023 deg. |
| 15.00 | 0.189 | 0.0255 | |
| 20.00 | 0.237 | 0.0441 | |
| 25.00 | 0.231 | 0.0664 | GZArea in pos. range: |
| 30.00 | 0.293 | 0.0910 | 0.0230 m*rad |
| 40.00 | 0.306 | 0.1379 | |
| 50.00 | 0.306 | 0.1438 | |
| 51.50 | 0.290 | 0.1962 | |
| 60.00 | 0.254 | 0.2439 | Positive GZ-Range : 60.023 |

Loading Condition no : 4

Condition Id. Text : 4.LLEGADA A PUERTO 50% CONSUMOS Y 50% MUNICIONES

Damage Id. Text : PROA

Table of stability criteria

TYPE Passenger.Ships (SOLAS 74 11-1 part B)

No. Id. Text

| | | | | |
|----|--|---|--------|-------|
| 1. | Maximum aE : 7.00x , no deck edge immersion | : | 7.00 | x |
| 2. | Minimum Gzarea ;aE - min<22.0,a>x | : | 0.0150 | m*rad |
| 3. | Minimum distance to margin line | : | 0.00 | m |
| 4. | Range of pos. RL, wind moment: SOLAS,II-1,part B,Reg.8 | : | 15.00 | x |
| 5. | Range of pos. RL, Moment: 10.00 t*m, SOLAS,II-1,B,R.8 | : | 15.00 | x |
| 6. | Minimum GM, symmetric flooding, constant displ. Method | : | 0.05 | m |

a : flooding angle
aE = final equilibrium angle of heel
All distances are related to waterline of equilibrium
RL = residual righting lever

| No. | Id.Code | Actual value | Conclusion |
|-----|---------|--------------|------------|
| 1 | Equil | -0.0227 | OK |
| 2 | GZArl | 0.0526 | OK |
| 3 | MargL | 0.0000 | OK |
| 4 | GZW | 58.4627 | OK |
| 5 | GZHM | 52.3940 | OK |
| 6 | Gmmin | 1.7946 | OK |

Stability conclusion (m) : **OK**

“CONCLUSIONES”

El programa ha realizado una comparación entre los resultados obtenidos y el mencionado criterio de estabilidad, para cada una de las situaciones. Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, en todas las situaciones evaluadas, el buque cumple con los criterios de la I.M.O., requeridos en cada una de las situaciones mencionadas.

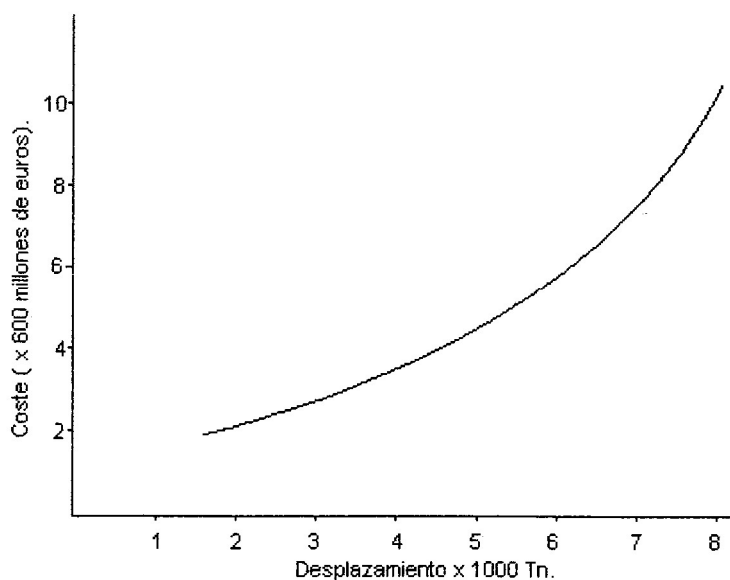
SECCIÓN 14
PRESUPUESTO

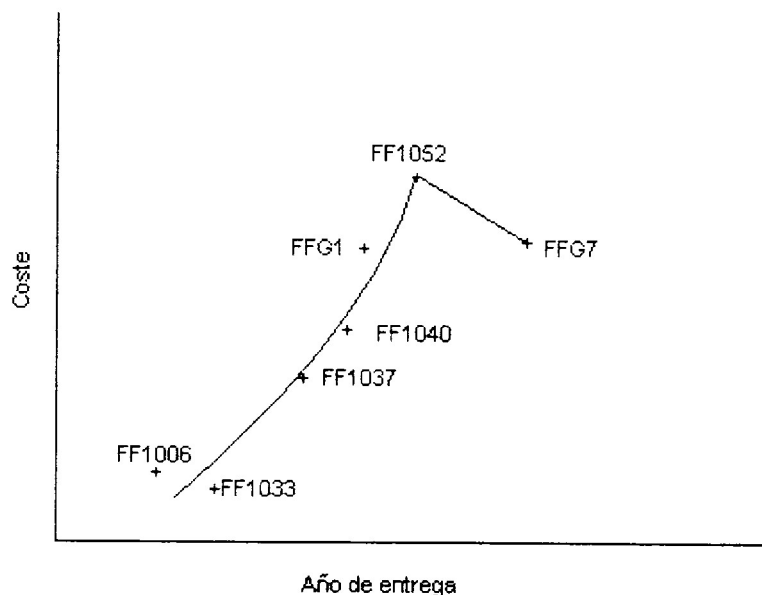
14.1 ESTIMACIÓN DE LOS COSTES

El coste total del buque de guerra ha sufrido un constante aumento durante muchos años, debido a la mayor automatización y encarecimiento del Sistema de armas. A pesar de que dicha automatización, permite disminuir el número de tripulantes, la inclusión de más equipos especializados, como por ejemplo los de guerra electrónica, hacen que el incremento del coste sea notable.

Sin embargo, se está produciendo un cambio de mentalidad en las Marinas de Guerra de las principales potencias, ya que debido al aumento del potencial de armas anti-buque, y el riesgo que esto conleva, como el misil o algunos torpedos, se ha considerado más adecuado, el rebajar el coste unitario, frente a una mayor producción de unidades.

En las siguientes gráficas, se pueden apreciar las dos tendencias expuestas anteriormente; en la primera, se hace obvio el aumento del coste de estos buques en la pasada década, y en la segunda, se observa el cambio de política de la Marina estadounidense, respecto a la nueva construcción de fragatas, en este caso las de la Serie "Oliver Hazard Perry" desde los años 70.





A continuación, se exponen los cálculos y resultados de la estimación del coste de la plataforma del buque.

Los datos económicos han sido facilitados por NAVANTIA San Fernando (antigua E.N. Bazán e Izar).

Nos limitaremos a estimar el coste de la plataforma, debido a que es el objeto de estudio en este proyecto. Por lo tanto, este proyecto sólo puede servir de referencia para tener un valor aproximado del coste de la plataforma aislada, sin tener en cuenta por ejemplo el Sistema de Combate, que en este tipo de buque puede llegar a suponer fácilmente el 40% del coste total, porcentaje que además tiende a subir en nuevas construcciones.

El precio unitario de la hora de trabajo, depende del astillero en que se construya el buque, e incluso de la carga de trabajo del mismo. Para los cálculos, se ha tomado un valor medio aproximado de 33 euros la hora.

14.2 PRESUPUESTO ESTIMADO

El presupuesto estará dividido en materiales empleados en la construcción del buque y la mano de obra correspondiente; estableciéndose en cada caso la subdivisión entre la estructura del casco y la habilitación. Siendo las dimensiones del buque las definidas, calculadas y comprobadas anteriormente:

| | | | |
|----------|---|---------|-----|
| L | = | 53.174 | m. |
| B | = | 7.141 | m. |
| D | = | 4.164 | m. |
| Δ | = | 368.378 | Tn. |

“MATERIALES”

| | RATIO €/Tn. | PESO (Tn) | EUROS € |
|---|-------------|-----------|----------------|
| ESTRUCTURA CASCO (ACERO) | 1.072 | 92,09 | 98.693 |
| SUPERESTRUCTURA (ALUMINIO) | 8.328 | 5,08 | 42.306 |
| RESTO ELEMENTOS ESTRUCTURA (Puertas, escotillas, registros, polines, palo) | 21.150 | 10,15 | 214.609 |
| TOTAL ESTRUCTURA DEL CASCO | | | 355.608 |

| | RATIO | MEDIDAS | EUROS € |
|--------------------------------|------------------------|------------------------|----------------|
| ACCESORIOS DEL CASCO | 401 €/m. | 53,174 m. | 21.323 |
| PISOS Y TECLES | 165 €/m ² | 120 m ² | 19.800 |
| ESCALAS, VENTANAS, Y PORTILLOS | 262 €/m. | 53,174 m. | 13.932 |
| PINTADO DEL BUQUE | 62 €/m ² | 1231,29 m ² | 76.340 |
| ZONAS HABILITACIÓN | 1.721 €/m ² | 251 m ² | 431.971 |
| RESTO DE EQUIPOS Y PAÑOLES | 989 €/m ² | 23,6 m ² | 23.340 |
| TOTAL HABILITACIÓN | | | 586.706 |

“MANO DE OBRA”

| | RATIOH/Tn. | PESO (Tn) | HORAS | EUROS € |
|---|------------|-----------|--------|------------------|
| ESTRUCTURA CASCO (ACERO) | 470,00 | 92,09 | 43.282 | 1.423.306 |
| SUPERESTRUCTURA (ALUMINIO) | 925,00 | 5,08 | 4.699 | 155.067 |
| RESTO ELEMENTOS ESTRUCTURA (Puertas, escotillas, registros, polines, palo) | 779,03 | 10,15 | 7.905 | 260.865 |
| TOTAL ESTRUCTURA DEL CASCO | | | | 1.844.238 |

| | RATIO | MEDIDAS | HORAS | EUROS € |
|--------------------------------|------------------------|------------------------|--------|----------------|
| ACCESORIOS DEL CASCO | 32,61 H/m. | 53,174 m. | 1.734 | 57.222 |
| PISOS Y TECLES | 46,31 H/m ² | 120 m ² | 5.557 | 183.381 |
| ESCALAS, VENTANAS, Y PORTILLOS | 15,80 H/m. | 53,174 m. | 840 | 27.720 |
| PINTADO DEL BUQUE | 9,19H/m ² | 1231,29 m ² | 11.316 | 373.428 |
| ZONAS HABILITACIÓN | 2,09 H/m ² | 251 m ² | 525 | 17.325 |
| RESTO DE EQUIPOS Y PAÑOLES | 54,00 H/m ² | 23,6 m ² | 1.274 | 42.042 |
| TOTAL HABILITACIÓN | | | | 701.118 |

“TOTALES”

| | MATERIALES | MANO DE OBRA | TOTAL |
|----------------------------|-------------------|---------------------|------------------|
| TOTAL ESTRUCTURA DEL CASCO | 355.608 | 1.884.238 | 2.239.846 |
| TOTAL HABILITACIÓN | 586.706 | 701.118 | 1.287.824 |
| SUMA PARCIAL | 942.314 | 2.585.356 | 3.527.670 |

Una vez realizados todos los cálculos correspondientes al presupuesto, el buque tendría un importe aproximado de construcción de **3.527.670 €** al que habría que añadir un porcentaje de beneficios industriales.

ANEXOS

ANEXO 1
SERIE “BAZÁN 80”

SELECCION DE LAS FORMAS PARA DESARROLLAR UNA SERIE SISTEMATICA DE BUQUES DE DESPLAZAMIENTO DE ALTA VELOCIDAD DE FORMAS REDONDEADAS (SERIE «BAZAN 80») (*)

Por R. Martín y H. Sierra (**)

A summary is made of the work done and the criteria used for designing a hull for the development of a high-speed round bilge displacement hull series. The maximum speed proposed is that corresponding to a $F_n = 1.2$ (i. e. 48 kn for a 43 metres ship). The available data of seakeeping characteristics of ships already built, have been used to design two model hull which have been tested in calm and rough water. At the same time, the streamlines of both models were obtained. The criteria followed for choosing the limits of geometric parameters and models of the series are also shown.

INTRODUCCION

El medio más seguro para proyectar las formas y estimar la potencia de un prototipo de buque patrullero rápido es, sin duda, acudir al propio archivo de datos procedentes de proyectos análogos anteriores, sobre todo si éstos son numerosos y se ha analizado cuidadosamente el comportamiento de los buques construidos de acuerdo con tales proyectos. No obstante, ocurre a veces que los requerimientos del nuevo proyecto distan de los anteriores lo suficiente como para tener que recurrir a los datos de una serie sistemática adecuada.

En el caso de buques rápidos de desplazamiento con formas redondeadas no existe ninguna serie publicada que defina detalladamente el comportamiento de las carenas adecuadas a las proporciones de los buques patrulleros y similares construidos o proyectados en nuestro país. Esto puede verse claramente en la figura 1, donde se han llevado, junto con los puntos representativos de 32 de dichos buques, los correspondientes a los modelos de dos series sistemáticas de merecido reconocimiento internacional: la Serie 64 (Hugh Y. H. Yeh [1]) y la del National Physical Laboratory (Marwood and Bailey [2]). En dicha figura se aprecia cómo todos los buques construidos o proyectados por la Empresa Nacional Bazán quedan en una «zona de nadie» entre ambas series.

Más recientemente, la Serie del N. P. L. fue ampliada con tres nuevos modelos de $L/B = 7.5$ (Bailey [3]) situados en esta zona; pero aun así, la E. N. Bazán creyó oportuno ensayar una serie sistemática propia que concentrara todos los modelos en su zona de interés, que añadiera la variación de los coeficientes de afinamiento y que se basara en unas formas con un coeficiente de la maestra relativamente alto para facilitar la disposición de la cámara de máquinas. Con esta idea nació el proyecto

de la Serie «BAZAN 80», que se está desarrollando actualmente con financiación conjunta de dicha empresa y el Gobierno español a través de la Comisión Asesora para la Investigación Científica y Técnica, y en el que está interesada, como es obvio, nuestra Marina de Guerra.

Conviene añadir que existe una serie sistemática, la del SSPA, publicada por Lindgren y Willians (4), cuya variación del parámetro (M) cubre prácticamente el margen de interés para nuestros proyectos; en cambio, el coeficiente de la maestra de sus formas es menor y la posición del centro de carena está más a proa de lo adecuado para nuestros buques.

En el presente trabajo se muestra el criterio seguido para elegir los parámetros geométricos variables de la serie y sus valores límites, así como el número y distribución de los modelos. Después se describen los trabajos para seleccionar las formas básicas, trabajos que han llevado a la construcción de dos modelos previos que han sido ensayados en aguas tranquilas y en olas. Finalmente, se hace referencia a los ensayos realizados con ambos modelos para estudiar la pérdida de estabilidad transversal que aparece en este tipo de carenas avanzando a alta velocidad.

PARAMETROS GEOMETRICOS DE LA SERIE

Como es sabido, los parámetros geométricos que más influyen en la resistencia al avance de buques de desplazamiento de alta velocidad son, por orden de importancia, los siguientes:

$$(M) = L/\nabla^{1/3}, C_p, B/T \text{ y } X_{B}/L$$

No obstante, en las series sistemáticas se utiliza a menudo C_B en lugar de C_p por ser aquél un coeficiente que se maneja con más frecuencia durante la fase de proyecto del buque, aunque su significado geométrico no sea precisamente el mismo. También se puede sustituir (M) por la relación L/B , ya que, una vez fijados los valores de C_B y B/T , aquellos parámetros están relacionados entre sí por la expresión siguiente:

$$(M)^3 = \frac{(L/B)^2 (B/T)}{C_B} \quad (1)$$

Por lo que se refiere a la relación X_B/L , hemos optado por fijar un valor constante de 0.065 (6.5% de L , a popa de la sección media) para toda la serie a la vista de los resultados obtenidos por Bailey (3), según los cuales dicho valor puede considerarse óptimo en este tipo de carenas.

(*) Trabajo presentado a la «High-Speed Surface Craft Exhibition & Conference», de Brighton, Inglaterra, junio de 1960.

(**) Departamento Técnico y de Investigación, E. N. Bazán, Madrid.

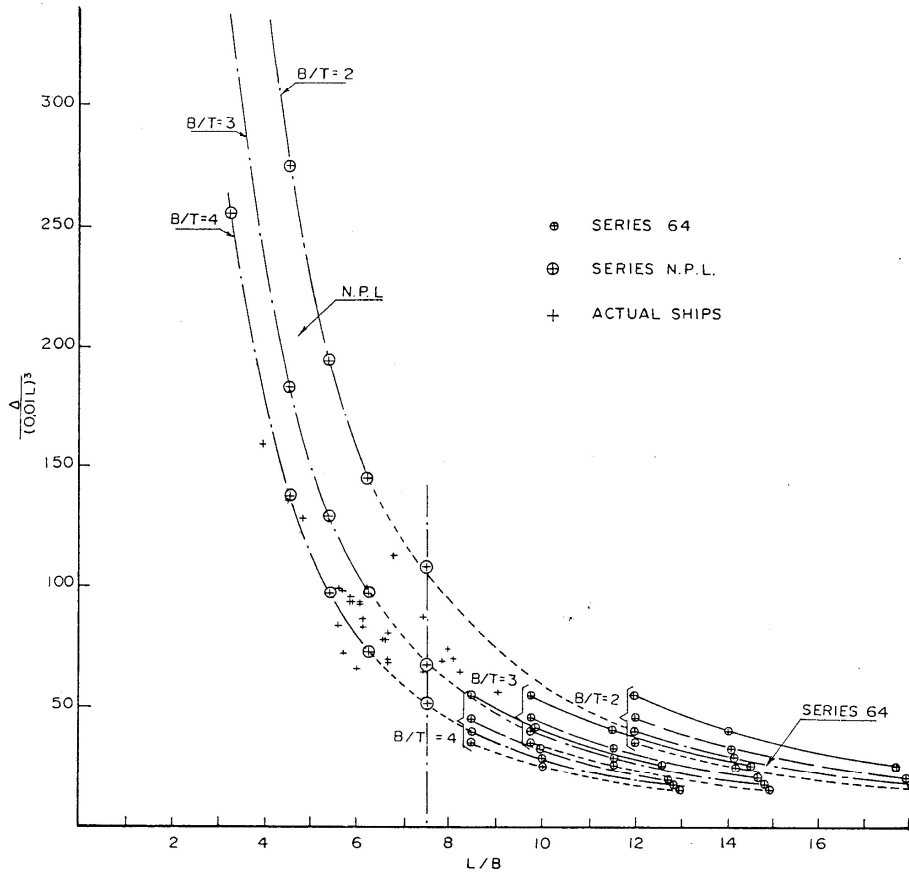


Fig. 1.—Zona de interés para la nueva serie.

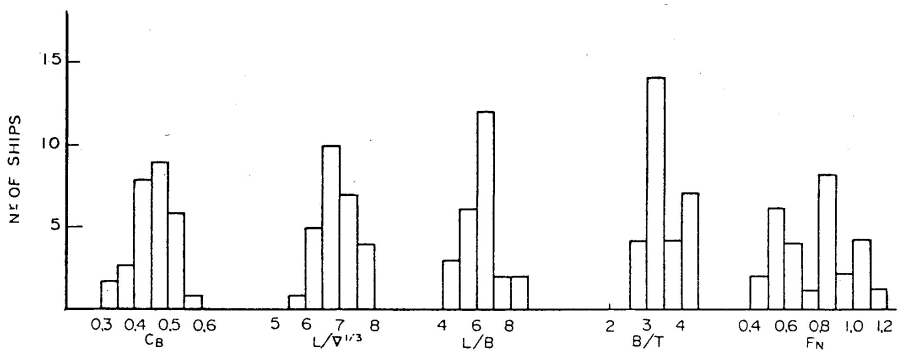


Fig. 2.—Distribución estadística de los diversos parámetros.

INGENIERIA NAVAL

Diciembre 1980

Con el fin de establecer los límites de los parámetros geométricos citados que conviene abarcar en la serie, se han reunido los datos correspondientes a los buques mencionados en el apartado anterior y se ha llevado su distribución estadística a la figura 2, junto con la de los valores de F_n correspondiente a sus velocidades máximas. A la vista de este diagrama se decidió fijar los siguientes límites:

$$\begin{aligned} 0.35 &\leq C_B \leq 0.55 \\ 5.7 &\leq (M) \leq 7.9 \\ 4.5 &\leq L/B \leq 8.0 \\ 2.5 &\leq B/T \leq 4.5 \end{aligned}$$

Aunque en un principio se pensó ensayar 12 modelos, al iniciarse este programa de investigación se actualizó el presupuesto para ensayar 16 modelos en tres calados diferentes. Después se vio que era más conveniente aumentar a 24 el número de modelos, aun a costa de ensayarlos en sólo dos situaciones de carga. Convenía distribuir estos modelos de la mejor manera posible, evitando situarlos en zonas donde no fueran absolutamente necesarios y de forma que las zonas de mayor interés quedaran bien definidas. Con este fin se dibujó la figura 3, donde se han llevado los puntos representativos de los buques en cuestión tomando como coordenadas (M) y L/B. Estos puntos se han representado con símbolos distintos de acuerdo con la siguiente convención: □, los de $C_B \leq 0.40$; +, los de $0.40 < C_B \leq 0.50$, y O, los de $C_B > 0.50$.

Es decir, se ha buscado una representación tridimensional en planos acotados (con tres planos, los correspondientes a $C_B = 0.35$, $C_B = 0.45$ y $C_B = 0.55$), donde los distintos puntos se han trasladado virtualmente al plano acotado más próximo. De esta manera ha sido posible tra-

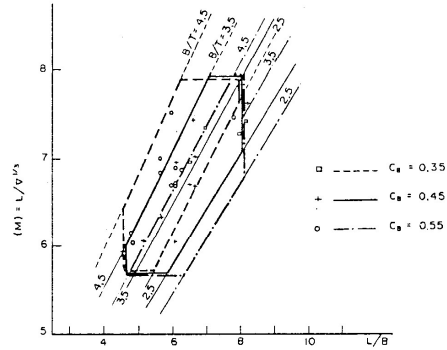


Fig. 3.—Límites de la serie «Bazán 80».

zar unos límites más flexibles para los parámetros de la serie, de forma que los valores extremos de L/B puedan ser distintos, no sólo para los diferentes valores de (M), sino también para los distintos valores de C_B . Tales límites se han representado con tres líneas cerradas de diferente trazo, de modo que cada una de ellas contenga los puntos correspondientes a cada uno de los tres planos acotados antes definidos.

Para distribuir adecuadamente las proporciones geométricas de los modelos en el espacio así definido se ha preferido utilizar un diagrama como el de la figura 4, donde se han representado tres familias de curvas iso-(M) en un

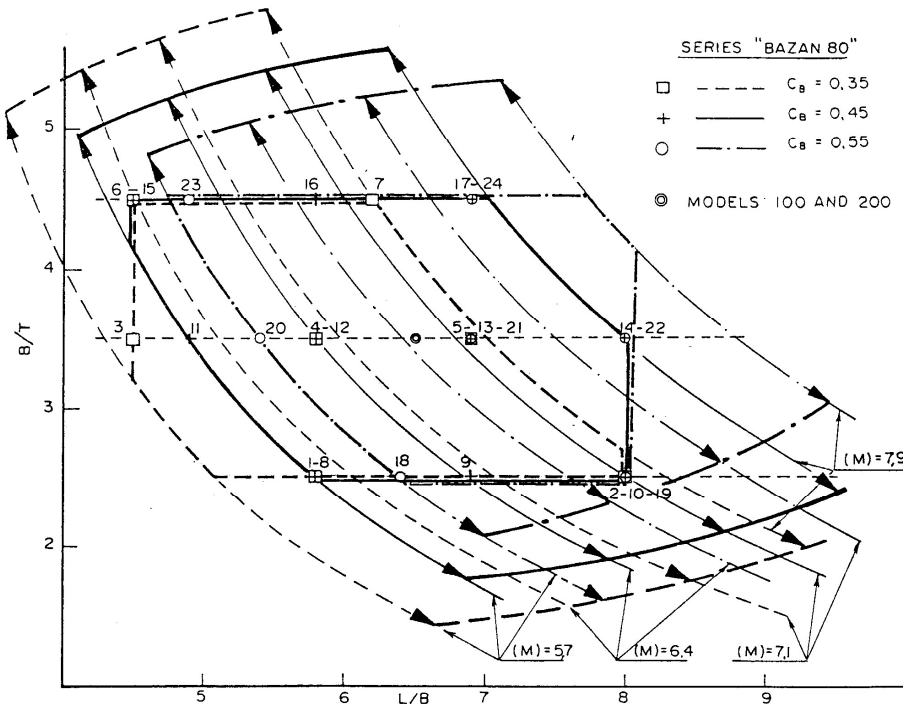


Fig. 4.—Modelos de la serie «Bazán 80».

sistema de coordenadas L/B-B/T. Estas tres familias de curvas se han calculado con cada uno de los tres valores de C_B considerados antes (0.35, 0.45 y 0.55). Para facilitar la observación de este diagrama conviene imaginarse las tres familias de curvas situadas en tres planos distintos paralelos al plano del papel, en cada uno de los cuales C_B es constante, es decir, como si existiera un tercer eje de coordenadas, C_B , perpendicular a los ya definidos por L/B y B/T.

Sobre este gráfico se han llevado las tres curvas cerradas de la figura 3, que marcan los límites de la serie, así como los puntos representativos de los parámetros geométricos de los modelos previstos, con los mismos símbolos que los utilizados en la figura anterior para representar los buques. Como puede observarse, todos los modelos están situados sobre nueve líneas paralelas determinadas por la intersección de los planos $C_B = 0.35$, 0.45 y 0.55 con los tres planos B/T = 2.5, 3.5 y 4.5.

El criterio para distribuir los modelos de la serie a lo largo de dichas líneas ha sido el siguiente:

- En lo que podría llamarse «eje geométrico de la serie» (línea definida por los planos $C_B = 0.45$ y B/T = 3.5) se han elegido cuatro modelos (números 11, 12, 13 y 14), correspondientes a L/B = 4.9, 5.8, 6.9 y 8.0, con el fin de poder definir con suficiente precisión, dentro de los límites previstos, la variación de la resistencia con (M), que es el parámetro más importante.
- En cada una de las cuatro líneas colaterales al eje citado, es decir, en las otras dos situadas en el plano $C_B = 0.45$ y las dos situadas en el plano B/T = 3.5, se han elegido tres modelos (los números 8, 9, 10, 15, 16 y 17 en el plano $C_B = 0.45$ y 3, 4, 5, 20, 21 y 22 en el plano B/T = 3.5).
- Finalmente, en cada una de las cuatro líneas restantes, que son las más alejadas del eje central, se han situado solamente dos modelos (1, 2, 6, 7, 18, 19, 23 y 24).
- Se ha procurado que varios grupos de modelos de las diferentes líneas tengan valores comunes de L/B, y también que modelos que tienen diferentes valores de C_B tengan, simultáneamente, iguales valores de L/B y B/T (estos últimos son los que han quedado superpuestos en la figura 4).

Con los datos de la figura 4 se ha trazado un diagrama tridimensional, donde se representa la distribución espacial de los modelos en las coordenadas L/B, C_B y (M) en perspectiva.

Una vez fijados los valores de C_B que adoptará la serie para los distintos modelos se pasa a establecer el criterio para fijar los correspondientes a C_T y C_X . En este sentido conviene tener en cuenta que, a velocidades altas ($F_n > 0.45$), la resistencia al avance disminuye cuando aumenta C_T . Esta disminución es grande en torno a $C_T = 0.50$, pero por encima de este valor el gradiente de la resistencia disminuye, de modo que para $C_T = 0.7$ resulta insignificante. Según esto, tal valor de C_T se puede considerar como valor límite superior recomendable.

Por otra parte, la experiencia indica que un valor de C_X inferior a 0.65 no permite disponer de una distribución adecuada de la cámara de máquinas en los tipos de buque que son objeto de esta investigación. Teniendo en cuenta lo anterior, los valores de los coeficientes de afinamiento C_B , C_T y C_X de la serie BAZAN-80 quedan establecidos así:

| | | | |
|---------|-------|-------|-------|
| C_B : | 0.350 | 0.450 | 0.550 |
| C_T : | 0.540 | 0.647 | 0.700 |
| C_X : | 0.648 | 0.696 | 0.786 |

Las características principales así definidas de los modelos de la serie BAZAN-80 se resumen en el cuadro 1, donde también se muestran las dimensiones de los mismos para una eslora prevista de 3.5 metros.

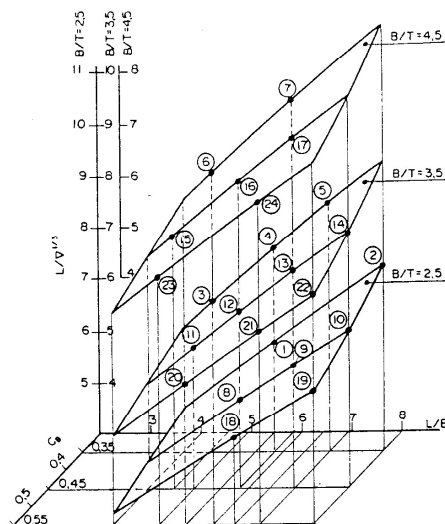


Fig. 5.—Distribución tridimensional de los modelos.

SELECCION DE LAS FORMAS BASICAS

Por tratarse de una serie orientada a una clase de buques muy concreta, se pretende que sus formas básicas no sólo tengan un buen comportamiento hidrodinámico, sino también que cumplan con otros condicionamientos de proyecto específico, algunos de los cuales ya se han mencionado en este trabajo. Con este objeto se ha procurado elegir entre toda la información disponible aquellos buques de los que sabemos que habían resultado con un mejor comportamiento operativo, con la idea de seleccionar entre éstos el de mejor comportamiento hidrodinámico y, finalmente, tratar de mejorar sus formas si ello fuera posible.

La primera selección nos llevó a separar cinco proyectos, que denominaremos A, B, C, D y E. Todos ellos tienen distintas proporciones y coeficientes geométricos, por lo que para discernir entre el efecto en la resistencia en aguas tranquilas debido a sus formas y el debido a sus proporciones se ha recurrido a llevar sobre un gráfico la variación del coeficiente de resistencia residual de dos series sistemáticas en función de (M), a fin de establecer una referencia de comparación común a los cinco buques. Las series más adecuadas para este propósito parecen ser las del N. P. L. y S. S. P. A., ya mencionadas. En la figura 6 se ha llevado no una curva, sino una

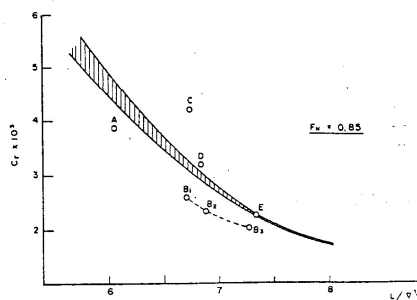


Fig. 6.—Comparación de algunas series sistemáticas de buques.

Cuadro 1
CARACTERISTICAS PRINCIPALES DE LOS MODELOS DE LA SERIE BAZAN-80

$L_{pr} = 3,5 \text{ m.}$

| N.º | C_B | B/T | L/B | $L/\nabla^{1/3}$ | C_X | C_r | B (m) | T (m) |
|-----|-------|------|------|------------------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 0,35 | 2,5 | 5,8 | 6,22 | 0,648 | 0,540 | 0,603 | 0,241 |
| 2 | | | 8,0 | 7,70 | | | 0,437 | 0,175 |
| 3 | | 3,5 | 4,5 | 5,87 | | | 0,778 | 0,222 |
| 4 | | | 5,8 | 6,95 | | | 0,603 | 0,172 |
| 5 | | | 6,9 | 7,81 | | | 0,507 | 0,145 |
| 6 | | 4,5 | 4,5 | 6,39 | | | 0,778 | 0,173 |
| 7 | | | 6,2 | 7,91 | | | 0,564 | 0,125 |
| 8 | 0,45 | 2,5 | 5,8 | 5,72 | 0,696 | 0,647 | 0,603 | 0,241 |
| 9 | | | 6,9 | 6,42 | | | 0,507 | 0,203 |
| 10 | | 8,0 | 7,08 | 0,437 | | | 0,175 | |
| 11 | | 3,5 | 4,9 | 5,72 | | | 0,714 | 0,204 |
| 12 | | | 5,8 | 6,40 | | | 0,603 | 0,172 |
| 13 | | | 6,9 | 7,18 | | | 0,507 | 0,145 |
| 14 | | 8,0 | 7,93 | 0,437 | | | 0,125 | |
| 15 | 4,5 | 4,5 | 5,87 | 0,778 | 0,173 | | | |
| 16 | | 5,8 | 6,95 | 0,603 | 0,134 | | | |
| 17 | | 6,9 | 7,81 | 0,507 | 0,113 | | | |
| 18 | 2,5 | 6,4 | 5,71 | 0,547 | 0,219 | | | |
| 19 | | 8,0 | 6,63 | 0,437 | 0,175 | | | |
| 20 | 0,55 | 3,5 | 5,4 | 5,70 | 0,786 | 0,700 | 0,648 | 0,185 |
| 21 | | | 6,9 | 6,72 | | | 0,507 | 0,145 |
| 22 | | 8,0 | 7,41 | 0,437 | | | 0,125 | |
| 23 | | 4,9 | 5,81 | 0,714 | | | 0,159 | |
| 24 | 4,5 | 6,9 | 7,30 | 0,507 | 0,113 | | | |
| a | 0,35 | 2,50 | 4,5 | 5,70 | 0,648 | 0,540 | 0,437 | 0,113 |
| b | 0,55 | 4,50 | 8,0 | 7,93 | 0,786 | 0,700 | 0,778 | 0,173 |

a: valores mínimos
b: valores máximos

franja rayada, dentro de la cual se hallan los valores de C_B de todos los modelos de ambas series (es decir, modelos que tienen distintos valores de B/T y $C_B = 0,40$) a una velocidad de $F_n = 0,85$. Puede observarse que esta franja es más ancha para valores bajos de (M) debido a que en esta zona es mayor la influencia de la relación B/T en la resistencia. Sobre la misma figura se han llevado los valores de C_X obtenidos en los ensayos con modelos en aguas tranquilas de los cinco buques preseleccionados para esta serie. Aunque estas carenas tienen, naturalmente, distintos valores de C_B , B/T, etc., y, por último, sus resultados no son exactamente comparables, sí se puede decir que dos de ellas, la A y la B, se destacan entre las cinco por quedar por debajo de la franja de referencia.

Como aclaración de la figura 6 conviene indicar que los puntos B₁, B₂ y B₃ corresponden a los resultados de los ensayos del proyecto B con tres calados diferentes. También hay que decir que aunque los modelos de la futura serie se van a ensayar hasta velocidades de $F_n = 1,2$, la comparación entre las cinco carenas se ha realizado para $F_n = 0,85$ porque dos de ellas sólo se habían ensayado, en su día, hasta esta velocidad. No obstante, hemos podido comprobar que en torno a este valor de F_n no varía sustancialmente el comportamiento relativo de este tipo de carenas.

Dado que los valores de (M) de las carenas mejores, la A y la B, diferían mucho entre sí, resultaba comprometido decidir la elección de una de ellas sólo por los resultados de este gráfico. Por lo que teniendo en cuenta además que las secciones de proa de la primera son del tipo U y las de la segunda del tipo V, lo que podía influir en su comportamiento en olas, se decidió construir dos modelos con iguales valores de L, B, T y ∇ , pero con formas afines a las de las carenas A y B, respectivamente, y ensayarlos en aguas tranquilas y en olas. Las cajas de

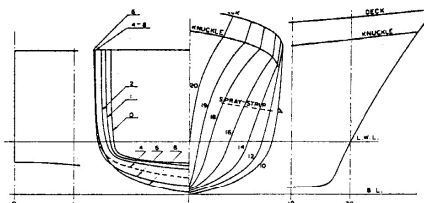


Fig. 7.—Plano de secciones del modelo 100.

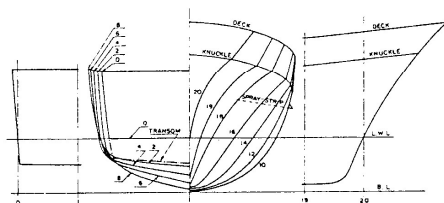


Fig. 8.—Plano de secciones del modelo 200.

cuadernas de estos dos modelos, denominados 100 y 200, se muestran en las figuras 7 y 8. Sus dimensiones y parámetros geométricos más representativos se dan en el cuadro 2.

Cuadro 2

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LOS MODELOS PREVIOS

| | Modelo 100 | Modelo 100 |
|--------------------------|------------|------------|
| L (m) | 1.433 | 1.433 |
| B (m) | 0.220 | 0.220 |
| T (m) | 0.063 | 0.063 |
| L/B | 6.5 | 6.5 |
| B/T | 3.5 | 3.5 |
| L/√L³ | 7.0 | 7.0 |
| C _D | 0.435 | 0.433 |
| C _F | 0.627 | 0.642 |
| C _X | 0.694 | 0.674 |
| X ₀ /L | — 6.6% | — 6.9% |
| S/√∇L | 2.68 | 2.74 |

ENSAYOS DE LOS DOS MODELOS PREVIOS

Ensayos en aguas tranquilas

Con cada uno de estos dos modelos se han realizado ensayos de remolque y de líneas de corriente; los primeros para elegir el de mínima resistencia y los segundos para averiguar la causa del mejor resultado de una carena respecto de la otra, por observación del flujo, e intentar la mejora de aquella si ello fuera posible.

El tamaño de los modelos estaba limitado por la máxima velocidad que podía alcanzar el carro de remolque de que disponía el Canal de El Pardo, entidad donde se han realizado los ensayos en aguas tranquilas en la época en que éstos se llevaron a cabo. En estas condiciones, el número de Reynolds crítico ($R_n = 3.10^4$) se superó a partir de $F_n = 0.64$. Como estimulador de turbulencia se dispuso un alambre de un milímetro en la sección 19. En cambio, los modelos de la serie tendrán, como ya se ha indicado, una eslora de 3,5 metros, con lo que el número de Reynolds variará entre $5.5 \cdot 10^4$ y $22 \cdot 10^4$, valores claramente supercríticos.

Los ensayos de remolque se han llevado a cabo entre velocidades correspondientes a números de Froude comprendidos entre 0.15 y 1.0, en una sola condición de carga.

Para evitar que el «spray» que se produce a altas velocidades impidiera la observación lateral de los modelos durante los ensayos, se adaptaron a ambas carenas junquillos «anti-spray», dispuestos como se indica en las figuras 7 y 8. Para ello se adoptó la disposición expuesta por Bailey en (3).

Los resultados de los ensayos de remolque de los modelos 100 y 200 en aguas tranquilas se muestran en la figura 9, donde se han trazado las curvas de las resistencias residual y total por unidad de desplazamiento, calcu-

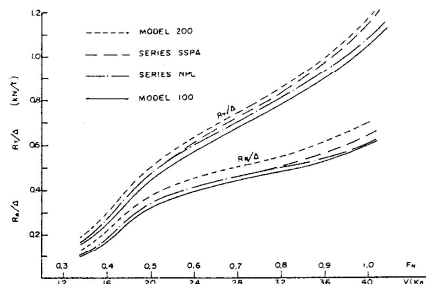


Fig. 9.—Resistencia en aguas tranquilas.

ladas por extrapolación a un buque de referencia de 43 metros mediante la línea ITTC-57 con $C_r \cdot 10^3 = 0.3$. Puede observarse que, de los dos modelos preseleccionados, el denominado modelo 100, de formas de proa en U, es sensiblemente más rápido que el 200, por lo que, tras estos resultados, si podemos asegurar que las formas del proyecto A son mejores que las del B (al menos en aguas tranquilas), conclusión que no era evidentemente deducible del análisis de la figura 6.

Sobre la figura 9 hemos llevado también las curvas de resistencia del buque de 43 metros, calculadas a partir de los resultados publicados de las series N. P. L. (3) y S. S. P. A. (4), utilizando obviamente el mismo método de correlación que con los modelos 100 y 200. El hecho de que las curvas del modelo 100 queden por debajo de las correspondientes a las de estas series no indica necesariamente que las formas sean mejores, pues por ser dicho modelo más pequeño que los utilizados en las series citadas puede haberse presentado flujo laminar en alguna fracción de su capa límite a pesar del estimulador de turbulencia (sobre todo, a las velocidades más bajas), o bien que el factor de forma sea distinto de la unidad, como implícitamente se ha supuesto al hacer la extrapolación al buque. Lo único que pretendemos con esta comparación es asegurarnos de que las formas básicas de la nueva serie, además de cumplir con los requerimientos generales de nuestros propios proyectos, tengan un comportamiento hidrodinámico equiparable a las de otras series análogas de reconocido prestigio. Las curvas de la figura 9 parecen indicar que esto, al menos, lo hemos conseguido.

Conviene aclarar que las reservas expresadas para la valoración relativa entre las formas del modelo 100 y las de las dos series sistemáticas citadas no existen cuando se trata de comparar entre sí los modelos 100 y 200, pues en este caso los tamaños de ambos son exactamente iguales, iguales los dispositivos de turbulencia e iguales las condiciones ambientales en las que se llevaron a cabo los ensayos. Por otra parte, tales reservas desaparecerán cuando se ensaye la nueva serie, ya que la eslora de los modelos será de 3,5 metros; es decir, más que suficiente para alcanzar valores supercríticos del número de Reynolds a las velocidades previstas.

Aunque las formas del modelo 100 parecen aceptables, según lo expuesto, estamos estudiando algunas modificaciones de esta carena, manteniendo sus parámetros geométricos principales, con el fin de intentar mejorar aún más su comportamiento. Para ello estamos analizando las líneas de corriente obtenidas por medio de ensayos con los modelos 100 y 200. Este estudio dará lugar, probablemente, a la construcción de dos nuevos modelos, de cuyos ensayos todavía no podemos ofrecer resultados.

Ensayos en olas

Aunque los resultados de los ensayos de remolque en aguas tranquilas no ofrecían dudas para conocer las mejores formas, se decidió comparar también el comportamiento en la mar de los dos modelos ante la posibilidad de que ello pudiera hacer cambiar la elección entre am-

bos. Con este objeto se han ensayado los modelos 100 y 200 en olas regulares en el canal de la Escuela de Ingenieros Navales de Madrid, que cuenta con un generador de olas de abanico.

El radio de inercia longitudinal de masa de los modelos fue 0.3 L. No se realizaron ensayos en olas irregulares porque tanto su ejecución como el análisis de resultados conllevan unos errores mayores que los inherentes a los ensayos en olas regulares. En efecto, estos últimos proporcionan una definición más precisa de los operadores de respuesta, que son los elementos adecuados para establecer la comparación entre el comportamiento en olas de los modelos en estudio.

Los modelos fueron remolcados a tracción constante, efectuándose dos carreras para cada tren de olas, una con una fuerza que diera lugar a una velocidad ligeramente inferior a $F_n = 0.5$ y la otra con una tracción algo mayor a fin de superar ligeramente dicha velocidad. De esta manera se podrían obtener, por interpolación, las amplitudes del movimiento vertical, del cabeceo y de la aceleración en la sección 18, así como la resistencia en cada tren de olas, exactamente a la velocidad de referencia, y llegar así a una comparación más rigurosa entre el comportamiento de los dos modelos.

Los períodos de los diferentes trenes de olas regulares variaron entre cuatro y doce segundos con el fin de poder aplicar los operadores de respuesta resultantes a mares irregulares de alturas significativas de ola comprendidas entre dos y tres metros.

La altura de las olas fue la necesaria, en cada caso, para no superar valores de la pendiente máxima del orden de 0.10.

En la figura 10 se presentan los operadores de respuesta de los modelos 100 y 200, correspondientes al movimiento vertical del centro de gravedad y al cabeceo, junto con el desfase entre ambos. Estos valores son normales para este tipo de buques y para la velocidad a la que se realizaron los ensayos, habiendo resultado ligeramente mejores los suministrados por el modelo 200. Dichos operadores de respuesta se han utilizado para calcular, entre otros parámetros, los valores significativos de oscilación vertical, del cabeceo y de la aceleración en la sección 18 de los dos modelos en un espectro Pierson-Moskowitz de dos metros de altura de ola significativa. Los resultados se ofrecen en el cuadro 3.

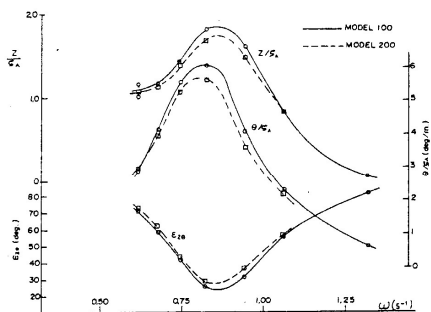


Fig. 10.—Operadores de respuesta de oscilación vertical y cabeceo.

Cuadro 3

VALORES SIGNIFICATIVOS DE MOVIMIENTOS EN OLAS IRREGULARES DE UNA ALTURA DE OLA APARENTE DE DOS METROS

| | Modelo 100 | Modelo 200 |
|------------------------------------|------------|------------|
| Oscilación vertical (m.) | ± 1,07 | ± 1,0 |
| Cabeceo (grados) | ± 3,3 | ± 3,0 |
| Aceleración en sec. 18 (g.) | ± 0,64 | ± 0,57 |

Para estimar el incremento de resistencia, $R_{w.}$, debido a las olas en mares irregulares, se ha hecho la hipótesis de que dicho incremento varía con el cuadrado de la amplitud de las olas, en cuyo caso cabe definir, como es sabido, un operador de respuesta de resistencia en olas que, aplicado a un espectro $S_{\zeta}(\omega)$, permite obtener la función de densidad espectral de valores cuadráticos de $R_{w.}$. El área de esta función es igual al valor medio de la resistencia adicional por olas, $R_{w.}$, en una mar definida por el espectro $S_{\zeta}(\omega)$ (ver referencia [5]).

Aunque esta solución es sólo una aproximación a la realidad, es válida en nuestro caso, ya que pretendemos obtener no resultados absolutos del incremento de resistencia de una carena, sino los valores relativos de un modelo respecto al otro.

En la figura 11 se presentan los operadores de respuesta de resistencia en olas de los modelos y en la figura 12 la resistencia en olas por unidad de desplazamiento y el incremento de resistencia en tanto por ciento de ambos, obtenidos por aplicación de dichas funciones a tres intensidades diferentes del estado de la mar, definidas por el espectro Pierson-Moskowitz con alturas de ola significativas de 2,0, 2,5 y 3,0 metros, respectivamente. Todo ello referido al buque de 43 metros. Puede observarse cómo, a pesar de que los movimientos del modelo 200 son algo menores que los del modelo 100, el incremento de resistencia en olas es mayor. Esto se explica por el hecho de que este incremento no se debe sólo a la energía disipada por las oscilaciones de la carena, sino también a que, a causa de éstas, pasan a intervenir en la resistencia al avance zonas de la obra muerta que no lo hacen en aguas tranquilas, y parece que, en este sentido, el efecto de las formas del modelo 100 es más favorable.

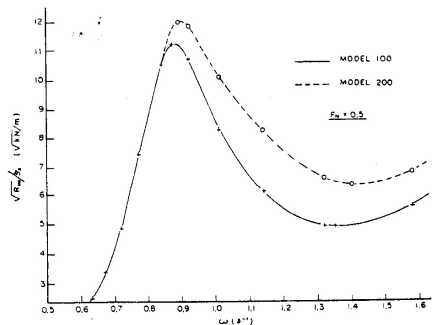


Fig. 11.—Operadores de respuesta del aumento de resistencia en olas.

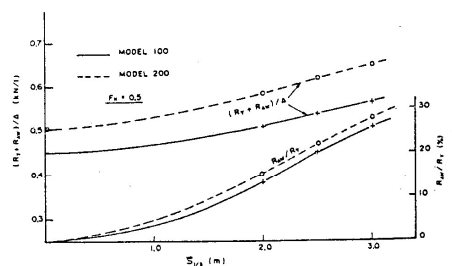


Fig. 12.—Aumento de la resistencia en olas.

En resumen, aunque los movimientos de este modelo son algo más desfavorables que los del modelo 200, como su pérdida de velocidad en olas es inferior, hemos optado por mantener la elección de las formas del primero acordada tras el análisis del comportamiento de ambos

(Sigue en la pág. 444.)

El autor

Sin experiencia en la materia, puesto que embarcaciones del tamaño que sugieres no han sido aún construidas, los límites de aplicación del hidroala a vela podemos obtenerlos mediante la ecuación 15, que nos liga la velocidad del viento real necesario para despegar con el peso de la embarcación y el área vélica.

En cuanto a las velocidades alcanzadas por hidroalas a vela, hasta el presente se sitúan entre los 20 y los 30 nudos, aún lejos de los 50-55 nudos de los hidroalas de propulsión mecánica. En la actualidad se está construyendo un hidroala para superar los 50 nudos a vela, si bien tiene ciertas limitaciones: se trata de un prao que sólo navega de una amura, está previsto para las aguas abrigadas

de Portland Harbour y necesita 20 nudos de viento real para dar su velocidad máxima.

Las posibles aplicaciones no deportivas del hidroala a vela me parecen difíciles de imaginar con el estado actual de desarrollo de la técnica, ya que la contradicción de necesitar fuertes vientos y poca mar sólo es soluble admitiendo movimientos bruscos de la embarcación (aplicaciones deportivas) o navegando en aguas abrigadas.

Una embarcación de seis toneladas de desplazamiento necesitaría 146 metros cuadrados de vela para despegar con un viento real de 15 nudos. Admitiendo un plano vélico de 200 metros cuadrados, como en algunos multicascos modernos, la velocidad de viento para despegar sería de 12,8 nudos.

(Viene de la pág. 430.)

en aguas tranquilas, a reserva de los resultados de las modificaciones que estamos estudiando actualmente para intentar mejorar dichas formas.

Medida de la escora a alta velocidad

Es bien sabido que los buques de desplazamiento de formas redondeadas, e incluso los de codillos, pierden estabilidad transversal a alta velocidad a causa de la variación del campo de presiones sobre la carena respecto a la distribución en reposo (ver referencias [6], [7] y [8]). Esta pérdida de estabilidad puede llegar a ser tan grande que la altura metacéntrica inicial alcance un valor negativo, en cuyo caso el buque, sometido a cualquier perturbación transversal, inicia un movimiento de escora hasta llegar a la posición de equilibrio estable, es decir, hasta el ángulo para el que se anula de nuevo el brazo de estabilidad. Si se parte de un determinado valor de GM en reposo, la variación de dicho ángulo con la velocidad puede ser una medida de la pérdida de estabilidad transversal por efecto del flujo alrededor de la carena.

Naturalmente, éste es un hecho con el que ha de contar el proyectista de este tipo de buques al calcular las condiciones de estabilidad transversal de un nuevo proyecto, en el sentido de que el valor mínimo admisible del GM tiene que ser superior al de un buque de velocidad lenta o moderada. Para conseguirlo se deberá actuar adecuadamente sobre la distribución de pesos y/o sobre la manga del buque. Ahora bien, es evidente que si se eligen unas formas (tanto de la obra viva como de la obra muerta) que produzcan una menor pérdida de estabilidad a alta velocidad, será más fácil conseguir un ajuste adecuado de los pesos y las dimensiones del buque en proyecto.

Por tal motivo pareció conveniente comparar el comportamiento, en este aspecto, de los modelos 100 y 200 antes de decidir la adopción de las formas de uno de ellos como base de la serie BAZAN-80. Con este objeto se han realizado nuevos ensayos de remolque con los dos modelos, pero en este caso su unión al carro de remolque se hizo de tal manera que pudieran adoptar libremente cualquier ángulo de escora, para cuya medida se empleó un clinómetro de extensímetros.

El valor del GM inicial de ambos modelos fue de un metro, correspondiente al buque de referencia de 43 metros ($\lambda = 30$). Las carreras se iniciaron con la velocidad más alta (40 kn), disminuyendo ésta consecutivamente hasta que se anulase el ángulo de escora. El máximo ángulo de escora medido en el modelo 100 fue de 2,9° a 40 nudos, y en el 200 de 2,4°. A 35 nudos los valores medidos fueron de 2,0° y 1,2°, respectivamente. La diferencia de estos resultados a favor del modelo 200 es quizá debida a que sus formas tipo V disponen de una mayor reserva de estabilidad para ángulos distintos de cero. No obstante, dicha diferencia es tan pequeña que no ha hecho cambiar la elección de las formas del modelo 100, decidida por haber alcanzado éste mayor velocidad que el modelo 200 en aguas tranquilas y en olas, según se ha visto en los dos apartados anteriores.

LISTA DE SIMBOLOS

- L = Eslora en la flotación (m.).
- B = Manga máxima en la flotación (m.).
- T = Calado (m.).
- ∇ = Volumen de desplazamiento (m³).
- Δ = Desplazamiento (t.).
- (M) = $L / \nabla^{1/3}$
- C_b = Coeficiente de bloque.
- C_p = Coeficiente cilíndrico.
- C_x = Coeficiente de la maestra.
- X_b = Abscisa del centro de carena (desde la mitad de la eslora).
- S = Superficie mojada (m²).
- λ = Factor de escala.
- V = Velocidad (m/s.).
- F_n = Número de Froude (V/\sqrt{gL}).
- R_n = Número de Reynolds (VL/ν).
- C_R = Coeficiente de resistencia residua.
- R_R = Resistencia residua (kN).
- R_T = Resistencia total en aguas tranquilas (kN).
- R_{AW} = Aumento de resistencia en olas (kN).
- ω = Frecuencia circular de olas.
- ζ_A = Amplitud de la ola (m.).
- ζ = Amplitud significativa de la ola.
- Z = Amplitud de oscilación vertical (m.).
- Θ = Amplitud de cabeceo (grados).
- $\epsilon_{\theta\beta}$ = Ángulo de fase entre oscilación vertical y cabeceo.

REFERENCIAS

1. HUGH Y. H. Yeh: «Series 64 Resistance Experiments on High-Speed Displacement Forms», Marine Technology, 248, 1965.
2. MARWOOD, W. J., and BAILEY, D.: «Design Data for High-Speed Displacement Hulls of Round-Bilge Form», National Physical Laboratory, ship report n.º 99, 1969.
3. BAILEY, D.: «The NLP High-Speed Round Bilge Displacement Hull Series», Maritime Technology Monograph, n.º 4, 1976.
4. LINDGREN, H., and WILLIAMS, A.: «Systematic Tests with Small, Fast Displacement Vessels, Including a Study of the Influence of Spray Stris», SNAME Diamond Jubilee International Meeting, 15-1, 1968.
5. STROM-TEJSEN, J.; HUGH Y. H. Yeh, and MORAN, D.: «Added Resistance in Waves», SNAME 81, 109, 1973.
6. FERGUSON, A. M., and CONN, F. C.: «The Effect of Forward Motion on the Transverse Stability of a Displacement Vessel», Trans. IESS 113, 215, 1970.
7. MARWOOD, W. J., and BAILEY, D.: «Transverse Stability of Round-Bottomed High Speed Craft Underway», N. P. L. ship report 98, 1968.
8. SUHRBIER, K. R.: «An Experimental Investigation on the Roll Stability of a Semi-Displacement Craft at Forward Speed», Symposium on Small Fast Warships and Security Vessels, paper No. 9, 133 (R. I. N. A.), 1978.

ANEXO 2
BUQUES SIMILARES

“CLASE ANAGA”



Son una serie de diez patrulleros españoles diseñados especialmente para el servicio de vigilancia de costas, pesca y salvamento en caso de naufragio o accidentes en la mar. Cada buque de esta clase lleva el nombre de una isla o islote de la costa española. Fueron construidos por la Empresa Nacional BAZAN, actualmente NAVANTIA, en sus astilleros de San Fernando (Cádiz).

Los buques son de construcción totalmente soldada y construidos de acero Martin Siemens, calidad A naval, excepto la superestructura que es de aluminio. La unión entre la superestructura y la cubierta se verifica por unión bimetálica. El sistema de construcción es longitudinal con bulárcamas, salvo en piques y superestructura que es transversal con cuadernas.

Los buques tienen una autonomía de doce días a un régimen de 10 nudos, limitada por la capacidad de almacenamiento de víveres y combustible. La velocidad máxima es de 15 nudos. Puede llevar a cabo operaciones de trasbordo de pesos muy ligeros, remolque a otros buques y aprovisionamiento vertical con helicópteros. La dotación la componen un total de 27 personas, 4 oficiales, 4 suboficiales y 19 marineros.

| | |
|------------------------------|---|
| 1. ESLORA: | ▪ 44,26 mts. |
| 2. MANGA: | ▪ 6,60 mts. |
| 3. CALADO: | ▪ 3,3 mts. |
| 4. DESPLAZAMIENTO: | ▪ 319 Tns. |
| 5. VELOCIDAD: | ▪ 15 nudos. |
| 6. ARMAMENTO: | ▪ Cañón de 3"/50 MK-22. ▪ Cañón OERLIKON MOD. 5-TG 20/85 mm. |
| 7. SENSORES: | ▪ Radar de Navegación Consilium Selesmar RTM 12X/M de banda I. ▪ Radar de Navegación Sperry Mk-127DE. ▪ Sondador WHRM Electronics mod. D 705-SG", sondas hasta 500 mts. ▪ Corredera electromagnética Sagem modelo LHS. |
| 8. AYUDAS NAVEGACIÓN: | ▪ Giroscópica Sperry Mk-27 mod. 1. ▪ GPS Simrad GN33. ▪ GPS Koden KGP-98 con salida NMEA para otros equipos. ▪ Aguja magnética en su bitácora. |
| 9. PLANTA PROPULSORA: | ▪ Motor Propulsor Diesel Marino Bazán MTU de 4.500 CV. ▪ Un eje con hélice de paso controlable (variable y no reversible) Helimatic. ▪ Dos motores-generadores diesel de 112 Kw de potencia eléctrica. |
| 10. DOTACIÓN: | ▪ 1 Comandante (TN, CG-ES). ▪ 3 Oficiales (1 AN, CG-EO, 2 AN-AF, CE-EO). ▪ 4 Suboficiales (CE-ES). ▪ 6 Cabos Primeros MPTM. ▪ 4 Cabos MPTM. ▪ 9 Marineros MPTM. |

“CLASE TARANTUL III”



Las Tarantul III son buques rusos de 455 Tn de desplazamiento máximo, con 56,1 m de eslora, 11,5 de manga y 2,5 de calado. Están propulsados por turbinas a gas y motores diesel (CODOG) que les proporcionan una velocidad máxima de 36 nudos; su autonomía es de 400 millas a 36 nudos ó 1.650 a 14. La dotación es de 34 hombres, de los que cinco son oficiales.

Su armamento está compuesto por: cuatro misiles SSÍ Raduga SS-N-22 (2x11) Sunburn supersónicos (Mach 2.5v un lanzador cuádruple (Ixiv) para misiles SAM SA-N-5 GraiL asimismo supersónicos (Mach 1.5) con guía infrarroja: un cañón de 76/60 mm y dos montajes CIWS multiuso (2xVJ) de 30/65 mm. Disponen de un buen panel de contramedidas y equipos de guerra electrónica, así como sensores de búsqueda lejana, próxima y para dirección del tiro.

Las Tarantul III son naves plenamente operacionales de las que aún construyendo algunas. No así las Tarantul 1 y II, ya obsoletas, que fueron vendidas a otros países. Aunque sean consideradas patrulleras por su tamaño, algunas marinas, dadas sus condiciones y potencial, las tienen clasificadas como corbetas.

“CLASE VAISSEAU RABRI”



El Lieutenant de Vaisseau Rabri, fue construido en la factoría de San Fernando de la antigua Empresa Nacional “Bazán“ actualmente “Navantia” y es el cabeza de serie de su clase formada por seis buques.

Habitualmente están dedicados a la vigilancia pesquera. El L.V.Rabhi desplaza 425 Tn a plena carga, con 58,1 m de eslora, 7,6 de manga y 2,7 de calado. Está propulsado por motores diesel MTU/Bazán 16 V 956 TB82 (potencia 8.340 CV), sobre dos ejes con hélices de paso fijo. La dotación la componen un total de 36 hombres (cuatro oficiales), a quienes puede agregarse un grupo de otros 15 ocasionalmente. Su armamento está compuesto por un cañón de 40/70 mm y otros dos cañones Giat de 20 mm, más que suficientes para amedrentar a los buques pesqueros que son sus habituales oponentes. Para el control del tiro disponen de un visor optrónico Lynx, con un radar de búsqueda de superficie y navegación.

“CLASE AL SIDDIQ”



Los nueve patrulleros de Arabia Saudita de la clase Al Siddiq, son de diseño y construcción norteamericana, y entraron en servicio entre los años 1980 y 1983. Fueron construidos por “Peterson Inc” en el estado de Wisconsin. Estos buques poseen un desplazamiento de 478 Tn a plena carga, con una eslora de 58 m, 8,1 de manga y 2 de calado. Están propulsados por una turbina a gas y dos motores diesel (CODOG), con potencia total conjunta de 26.470 CV. sobre dos ejes con hélices de paso variable. La velocidad máxima es de 38 nudos (con turbina) y de 25 con diesel; la autonomía es de 2.900 millas a 14 nudos. Su dotación es de 38 hombres (cinco oficiales).

El armamento está compuesto por cuatro misiles SSM Harpoon (2x11); un cañón OTO -Melara de 76/62 mm MK-75. Están provistos de lanzaseñuelos SRBOC séxtuples Mk-36 (2xVI), así como de elementos de guerra electrónica y radares para el control del fuego y búsqueda de superficie.

“CLASE UMOJA”



La clase Umoja son patrulleros keniatas de construcción británica. Desplazan 400 Tn a plena carga, con 56,7 m de eslora, 8,2 de manga y 2,4 de calado. Están propulsados por cuatro motores Paxman diesel (potencia conjunta 15.000 CV) sobre cuatro ejes, con otros dos de menor potencia (100 CV) para marcha lenta. La velocidad máxima es de 40 nudos, con autonomía de 2.000 millas a 18 nudos. La dotación está formada por 40 hombres. Son similares a la clase omaní Dhofar.

El armamento está compuesto por cuatro misiles SSM Teseo Otomat Mk-2 (4x1), junto a un cañón OTO-Melara de 76/62 mm, dos cañones Oerlikon BMARC de 30 mm GCM-A02 (Ixii) y otros dos Oerlikon BMARC (British Manufacture And Research Co.) de 20 mm.

“CLASE P-400”



Entre la considerable cantidad de buques menores de diversos tipos que figuran en las listas de la actual Marine Nationale francesa, los patrulleros de la clase P-400 son unos de los más numerosos y homogéneos. Estos 10 buques se dedican preferentemente a tareas de vigilancia en las antiguas colonias (están basados en Guayana Francesa; Noumea; Mayotte; La Reunión y Tahití), con la única excepción del prototipo, L’Audacieuse, P-682, que permanece en el arsenal de Cherbourg. Dos buques de esta clase se vendieron a Gabón, junto a otros tres a Omán.

Con propulsión diesel por motores Pielstick sobre dos ejes, se proyectaron con escapes laterales submarinos. Un conjunto de problemáticas obligaron a modificar el sistema que pasó a clásico con dos chimeneas. La velocidad es de 24,5 nudos, con una autonomía de 4.200 a 15 nudos. Dado que una de las especificaciones exigía capacidad de transporte de personal, además de su propia dotación de 26 hombres (tres oficiales), tienen capacidad para alojar a un grupo de 20 hombres más junto con sus equipos. La máxima autonomía de víveres con 45 hombres a bordo es de 15 días.

Su desplazamiento es de 454 Tn a plena carga, con 54,5 m de eslora, 8 de manga y 2,5 de calado. Aunque su armamento está limitado a un cañón Bofors de 40/60 mm, un cañón Giat F-2 de 20 mm y dos ametralladoras de 12,7 mm, fueron concebidos a partir del proyecto de una lancha misilística con lo pueden “misilizarse” fácilmente a base de cuatro misiles SSM Exocet y SAM Sadral.

ANEXO 3
MANTENIMIENTO EN UN BUQUE DE
GUERRA

El Mantenimiento se puede definir como la primera parte del Programa de Mantenimiento y Modernización de una Flota, destinada a tener los componentes, equipos y sistemas de los buques en un nivel máximo de disponibilidad operativa. La segunda parte es el programa de Modernización de la Flota que se desarrolla para mejorar la eficacia de los buques con sistemas y equipos modernos o modificados con objeto de hacer frente a nuevas amenazas y cumplir otras misiones.

El Mantenimiento y la Modernización están íntimamente ligados entre sí, pero son componentes del Programa de Mantenimiento y Modernización de la Flota económicamente separados.

“TIPOS DE MANTENIMIENTO”

El Mantenimiento se suele dividir en tres tipos principales o Escalones, en los que se realizan, en mayor o menor grado, tareas de mantenimiento preventivo, de reparación y de introducción de modificaciones. Los Escalones se caracterizan por el personal que realiza las tareas, por los medios disponibles y por el tiempo que se tarda en llevar a cabo cada tarea:

El primer Escalón se limita a mantenimientos y reparaciones que puede efectuar el personal de la dotación del buque mediante las herramientas, equipos de medida y repuestos disponibles a bordo. Se clasifican dentro de este nivel las operaciones que se pueden realizar dentro de un tiempo limitado, con los conocimientos exigibles a la dotación.

El segundo Escalón comprende las operaciones de mantenimiento y reparaciones que se pueden efectuar con los medios de la propia Armada: talleres y personal con el nivel de adiestramiento adecuado.

El tercer Escalón y los Escalones superiores comprenden aquellas operaciones de mantenimiento que requieren medios y conocimientos especiales, como pueden ser los del astillero constructor y los de fabricantes de equipos de la propulsión principal. Por su parte las tareas de mantenimiento preventivo consisten en comprobaciones, sustituciones y pruebas detalladas que pueden dar lugar a desmontajes, ajustes y regulaciones. Las reparaciones tratan de restablecer las características iniciales de los equipos y sistemas y garantizar su fiabilidad, perdidas a causa de una avería. Las modificaciones son propuestas de los fabricantes como consecuencia de la investigación para la mejora de las prestaciones de sus equipos o sistemas y se introducen en el momento más oportuno por la disponibilidad de tiempo.

“INGENIERÍA APLICADA AL MANTENIMIENTO”

Anteriormente se ha visto el problema técnico, logístico y económico que presenta la implantación de un sistema eficaz de Mantenimiento. Se han planteado diversas formas de realizar el mantenimiento de los buques durante su ciclo de vida. En un extremo, se puede establecer como estrategia la de reparar los fallos a medida que surjan y programar grandes reparaciones a tiempo fijo, cada tres o cuatro años, coincidiendo, por ejemplo, con las entradas en dique para limpieza de fondos, pintado y obras propias a realizar en seco (válvulas de fondo, líneas de ejes, etc). En el extremo

opuesto, otro planteamiento podría ser el evitar el fallo de cualquier sistema o equipo. La forma primera de mantenimiento y otras similares, llevarán consigo muy bajos periodos operativos con una mínima disponibilidad de los sistemas del buque, además de unas variaciones muy amplias entre presupuestos anuales. La segunda daría lugar a gastos desorbitados producidos, sobre todo, en piezas de repuesto y mano de obra.

Con la consecución de tiempos prolongados de paz se tratan de conseguir soluciones intermedias a través de la programación de las acciones de mantenimiento, que haga posible tener buques con la máxima operatividad acorde con los recortes presupuestarios para las Fuerzas Armadas, desarrollando nuevas estrategias de mantenimiento, basadas en Programas de Ingeniería para el ciclo operativo. De esta forma, el mantenimiento en general, se plantea sobre la norma básica de que se lleve a cabo en el escalón más bajo posible.

Para aplicación eficaz del mantenimiento de una flota moderna, se precisan programas detallados de las operaciones a realizar en cada elemento del buque (tarea de mantenimiento), compuesta de mano de obra, herramientas y equipos de medida especiales, tiempos y repuestos necesarios, para un periodo comprendido entre dos grandes modernizaciones (generalmente diez años).

Las dificultades principales con que se puede encontrar la aplicación de una tarea de mantenimiento son, por una parte, que la documentación técnica (Planos y Manuales Técnicos) no corresponda exactamente al equipo o sistema en reparación, y por otra parte, que alguna pieza de repuesto no sea la adecuada. Las consecuencias inmediatas son el peligro de provocar una avería mayor y el tiempo extraordinario que el buque puede quedar mermado en alguna de sus capacidades. Por ello los programas son específicamente aplicables a los buques de una Clase y se suelen denominar como Plan de Mantenimiento de la Clase, CMP (Class Maintenance Plan). Esta documentación proporciona una descripción detallada de las operaciones a realizar y hace referencia a manuales y procedimientos, así como asigna los responsables que deben llevar a cabo cada acción durante todo el ciclo de vida del buque.

Estos requerimientos para el mantenimiento de una determinada Clase, se obtienen a partir de las primeras fases del proyecto mediante estudios de ingeniería tales como el Análisis de Ingeniería de Sistemas, Análisis de Ingeniería de Mantenimiento y Análisis de Apoyo Logístico. A través de ellos se definen las tareas de mantenimiento y sus frecuencias de realización.

“PROGRAMA DE INGENIERÍA PARA UN CICLO OPERATIVO”

Establece un estructurado diseño para el mantenimiento de los buques de una Clase. Define la estrategia de mantenimiento cuya meta es conseguir la máxima fiabilidad de los buques y mantener o aumentar su disponibilidad operativa. De él sale el programa detallado para el mantenimiento en Segundo y Tercer Escalones durante el ciclo operativo del buque. Los análisis de ingeniería son la base para la programación y realización de las tareas de mantenimiento durante los periodos asignados.

El Programa distingue tres tipos de operaciones de mantenimiento y limitadas modernizaciones, que obligan a la inmovilización del buque:

Período 1 de mantenimiento con duración intermedia, no superior a cuatro semanas, que se suelen efectuar cada seis meses.

Período R de mantenimiento con duración hasta de ocho semanas, que se suelen efectuar cada dos años. Dependiendo del esquema de pintado, se programan para este periodo las entradas en dique (en general cada cuatro años, es decir, cada dos periodos).

Período H de grandes reparaciones e introducción de ciertas modernizaciones, con duración entre seis y veinte meses, dependiendo principalmente del tipo de buque.

Dentro de los años del ciclo de vida del buque, comprendidos entre dos grandes modernizaciones, es el tiempo entre periodos H el que más influencia tiene en la economía de un Plan. En ciertas clases de buques se podría programar cada cinco años y en otros hasta siete años, es decir, se haría una gran modernización cada diez años o cada catorce años respectivamente; esto último con carácter extraordinario. En lo que respecta a los periodos 1 y R el aumento de su intervalo afectaría profundamente a la disponibilidad operativa del buque, e incluso se llegaría a producir la degradación sustancial de su capacidad para llevar a cabo las misiones asignadas.

“SISTEMA ALTERNATIVO QUE PUEDE INFLUIR EN LA REBAJA DEL COSTE DE MANTENIMIENTO”

Ya se ha indicado que resulta imprescindible elaborar el plan del Apoyo Logístico durante las primeras fases del proyecto de un buque prototipo y con él desarrollar el Elemento Logístico del Mantenimiento. También se ha podido constatar la importancia de la participación inicial en el Plan, de la Industria que posteriormente fabricará los equipos y Sistemas del buque.

Una de las actividades desarrolladas por la Industria es la de recomendar los niveles de apoyo necesarios para cada elemento, en función de su nivel de esencialidad, especificando las horas de trabajo que deben de transcurrir para que ciertas piezas hayan de ser cambiadas porque su Tiempo Medio Entre Fallos (MTBF) alcanzará su límite. Aún cuando se trate de equipos y sistemas experimentados, no se puede llegar a afinar tanto el diagnóstico, como para afirmar que un segundo después del MTBF asignado, la pieza será inservible. Alcanzar esa meta de conocimiento ahoraría tiempo de inmovilizaciones y muchísimo dinero de los presupuestos.

Por eso, inmediatamente antes que a un buque le corresponda entrar en un periodo de obras, pueden surgir dudas en la aplicación de acciones de mantenimiento a equipos que parecen funcionar correctamente, sobre todo en el caso de equipos pertenecientes a sistemas de maquinaria (por ejemplo, el cambio de cojinetes). Un medio eficaz de llegar a tener una idea clara del estado de funcionamiento de la maquinaria principal y auxiliar, es recurrir a ciertos Programas de Control capaces de evaluarlo, en los que pueden colaborar en mayor o menor grado las dotaciones. Entre otros, se pueden aplicar Programas de control de:

- Vibraciones
- Alineación.
- Imágenes Térmicas.

Un programa de control de vibraciones puede aplicarse a los equipos del buque y puede manejarlo y realizar el análisis total de los resultados, su dotación. Se puede registrar y analizar, en general, en banda de octava y pasar a análisis de bandas más estrechas cuando en la banda ancha se rebasen los valores admisibles, con objeto de detectar el lugar de la posible avería. Los análisis se realizan mediante un programa de ordenador que proporciona en pantalla el diagnóstico de la avería. La base de datos está alimentada por los resultados originales de cada equipo.

Un programa para el control de la alineación de maquinaria se aplica a determinados equipos y dispone de medios tipo CAM. Con un programa de ordenador, un sistema de comprobación de líneas de ejes por LASER y mediante instrucciones de análisis y evaluación de los resultados se puede alcanzar la correcta alineación de ejes con un elevado grado de exactitud.

El control de la maquinaria por imagen térmica se realiza mediante cámaras especiales, que permiten detectar por comparación, irregularidades en el funcionamiento de ciertos equipos.

Otro tipo similar de programa de “Mantenimiento por Síntomas” incluye:

- Análisis de aceite para detectar su velocidad de degradación y el contenido de sustancias anormales.
- Comprobación de los parámetros de funcionamiento mediante aparatos de medida recientemente calibrados.
- Verificación de los análisis de fluidos.
- Valoración de las opiniones del personal operador.
- Estudio de los registros de las vibraciones.

“ESTRUCTURA BÁSICA DEL PRIMER ESCALÓN DE MANTENIMIENTO”

El primer Escalón es el nivel más bajo en que se efectúan tareas de mantenimiento programadas y lo lleva a cabo, en su mayor parte, la dotación de cada buque, particularmente el personal utilizador de cada equipo o sistema.

Los medios disponibles para este tipo de mantenimiento lo componen:

- La documentación técnica de uso a bordo, como Manuales Técnicos, Planos, documentos propios para la programación de las tareas y, principalmente, las Tarjetas de Mantenimiento.
- Las herramientas y equipos de medida y pruebas, necesarios para desarrollar las tareas programadas.
- Los repuestos disponibles a bordo.

La periodicidad de las tareas comprende desde diarias hasta anuales y además tareas de tipo cíclico (por ejemplo, entre periodos programados de Tercer Escalón) o en un momento determinado, fijado por ejemplo, por el número de horas de funcionamiento de un determinado equipo.

La Tarjeta de Mantenimiento es el documento alrededor del cual giran las demás actividades del mantenimiento de Primer Escalón. En esencia, son unas tarjetas impresas que contienen instrucciones detalladas de las acciones a realizar en cada componente, equipo o sistema, en las que consta, principalmente, el nivel del personal que debe llevar a cabo las acciones, el número de horas/hombre normalmente necesarias, las precauciones de seguridad, las herramientas y aparatos especiales a utilizar.

“ESTRUCTURAS BÁSICAS DEL SEGUNDO Y TERCER ESCALONES DE MANTENIMIENTO”

En ambos casos, influye directamente en la amplitud necesaria de las instalaciones y del personal, el tipo y número de buques que acudirán para su mantenimiento programado.

La infraestructura la componen una serie de instalaciones y servicios fijos y portátiles, con capacidad para atender, en tiempo de paz, a las tareas programadas, y para tiempo de guerra deben de mantener una capacidad de expansión inmediata y suficiente.

Entre los componentes básicos que deben ser superabundantes figuran los muelles y los diques. Los muelles precisan eslora, calado, servicios (vapor, agua, aire a presión, electricidad, etc) y medios de elevación; los diques se pueden cuantificar además de las dimensiones y calado, por el número de varadas anuales necesarias (la capacidad está alrededor de 15 a 20 varadas por dique y año).

Los edificios para talleres y oficinas pueden ser los estrictamente indispensables en cada momento, debido a la capacidad y rapidez de improvisación.

De los componentes del conjunto se especifican las misiones de los más singulares:

- La División de Calidad y Fiabilidad dispone de laboratorios con medios para realizar pruebas destructivas y no destructivas de los materiales base, las pruebas a

presión hidrostática y las pruebas de funcionamiento de los equipos mediante el análisis de ruidos y vibraciones.

- La División de Intervención realiza las pertinentes Auditorías tanto en la División de Materiales como en la obra presupuestada y realizada, en los Departamentos de Planificación y de Producción. Además controla todo lo concerniente a las finanzas.
- La División de Metrología, calibra y repara todos los equipos de medida; debe de tener capacidad para medición de todos los parámetros de funcionamiento de los sistemas de los buques entre determinados valores, con unas tolerancias especificadas.
- La División de Sistemas de Combate está dotada de equipos de prueba electrónica tales como decodificador de reconocimiento radar, generadores de señales, convertidores de frecuencia, conjunto de pruebas sonar, oscilador explorador, analizadores de espectro, etc. Además planifica, instala, repara, maneja, prueba y certifica el Sistema de Combate del buque, lo cual incluye:
 - Las comunicaciones interiores y exteriores
 - Sistemas de navegación
 - Guerra electrónica
 - Criptografía
 - Sistemas de Datos Tácticos Navales (NTDS)
 - Radares, 1FF y Sonares
 - Sistemas de Dirección de Tiro de Misiles y Cañones
 - Sistemas de Guerra Antisubmarina
 - Lanzadores de misiles y tubos de Torpedos

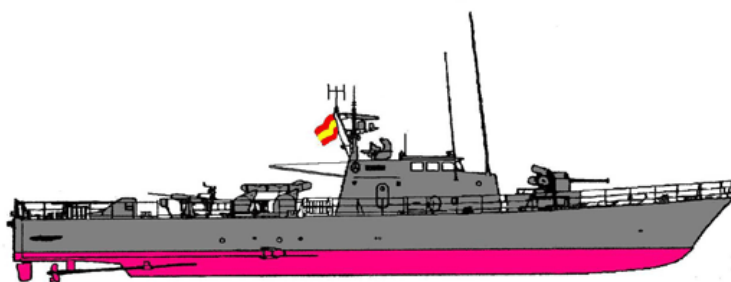
Por otra parte prepara los planes de pruebas integradas del Sistema de Combate.

- La división para la coordinación de los Talleres, comprende las especialidades de Forja y Fundición; los de Calderería Maquinaria y Tubos; los de Armas, con capacidad para reparar, modificar y probar todos los equipos instalados en buques, reparar y colimar instrumentos ópticos, etc. Los talleres de Electricidad, capaces para reparar giroscópicas, reparar y rebobinar motores y generadores, reparar e instalar sistemas telefónicos, mantener y cargar baterías, etc. La dotación de un centro de Mantenimiento es muy variable con el número y tipo de buques, sobre todo cuando se habla de grandes portaaviones y de submarinos nucleares, pero la variación ya es menos brusca y se aparta de la relación lineal hombres por buque, cuando se alcanza una cifra de unidades comprendida entre veinte y cuarenta, entre cuyos límites la carga de trabajo no guarda una proporcionalidad directa con los buques componentes de la flota. Dicho en otras palabras, un centro de

Mantenimiento para una flota de veinte buques de cuatro Clases diferentes puede precisar de seiscientos hombres de distintas especialidades y treinta buques de las mismas Clases apenas incrementarían el número de hombres necesario.

“MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN DE UN PATRULLERO”

Anteriormente se han establecido de manera general todos los criterios correspondiente al mantenimiento. A continuación veremos el mantenimiento y reparación del buque patrullero **CÁNDIDO PÉREZ** (P-16) por parte de NAVANTIA, en sus astilleros de San Fernando (Cádiz). Siendo sus características principales las siguientes.



Fue botado el 8 de marzo de 1977 y entregado a la Armada el 25 de noviembre de 1977. Recibió su bandera de combate el 24 de septiembre de 1993 en Sada (La Coruña). Pertenece a Clase Barceló, El buque está construido con casco de acero y caseta de aluminio, su elevada velocidad y escaso calado junto a su poderoso armamento artillero le hacen muy eficaz para acciones rápidas en aguas costeras. Dispone de una embarcación ZODIAC MKIII con capacidad para seis personas. Su propulsión consiste en dos motores MTU-BAZAN de 2800 CV que accionan un eje cada uno. Tiene una eslora de 36 m., una manga de 5,80 m. y un calado de 1.86 m. con un desplazamiento de 144 Tn y una velocidad de 22 nudos. Tiene una dotación de 20 personas.





ANEXO 4
BIBLIOGRAFÍA

“BIBLIOGRAFÍA”

- *El Buque de Guerra*
“Como aplicación más avanzada de la Tecnología Naval”
D. Enrique Casanova
1996 Madrid
Editorial De Ingeniería Naval Colegio Oficial de Ingenieros Navales
- *Enciclopedia Naval “Navíos y Veleros”*
1993 Barcelona
Editorial Planeta-Agostini
- *Buques de Guerra del año 2000*
D. Camil Busquets
1997 Madrid
Editorial Agualarga
- *El Proyecto Básico del Buque Mercante*
D. Ricardo Alvariño, D. Juan J. Azpíroz y D. Manuel Meinozo
1997 Madrid
Editorial De Ingeniería Naval Colegio Oficial de Ingenieros Navales
- *Formulario de Mecánica*
D. Luís Pareto
1991 Barcelona
Ediciones Ceac
- *Inglés Técnico Naval*
D. Elena López, D. José María Spiegelberg y D. Francisco Carrillo
1998 Cádiz
Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cádiz
- *Shipshape User’s Manual*
D. Gustav Fiksdal
1994 Oslo, Noruega
Marintek
- *Teoría del Buque*
D. Antonio Bonilla de la Corte
1979 Madrid
Editorial Hijos de E. Minuesa
- *Teoría del Buque*
D. Joan Olivilla Puig
1995 Barcelona
Ediciones UPC
- *Fundamentos de la Construcción Naval*
D. Jerónimo Pérez
Apuntes de Clase

- *Teoría del Buque I y II*
D. Aurelio Guzmán y D. Pedro Gallardo
Apuntes de Clase
- *Cálculo de Estructuras Marinas*
D. Antonio Barrios
Apuntes de Clase
- *Proyectos de Estructuras Marinas*
D. Diego Blanco
Apunte de Clase
- *Serie “Bazán 80”*
D. R. Martín y D. H. Sierra
1980
Revista Ingeniería Naval Nº 546
- *Estudio Paramétrico de Buques de Guerra*
D. Pedro Morales, D. Enrique López y D. Joaquín Coello
1977
Revista Ingeniería Naval Nº 500
- *Implicaciones de una política marítima para la Construcción Naval*
D. Luís Gutiérrez
1983
Revista Ingeniería Naval Nº 574

“PROGRAMAS INFORMATICOS”

- *Shipshape*
Marintek
- *Autocad 2005*
Autodesk
- *Microsoft Office*
Microsoft
- *Photobase*
ArcSoft
- *Photoshop Cs*
Adobe
- *Matemática 5.0*
Wolfram Research

