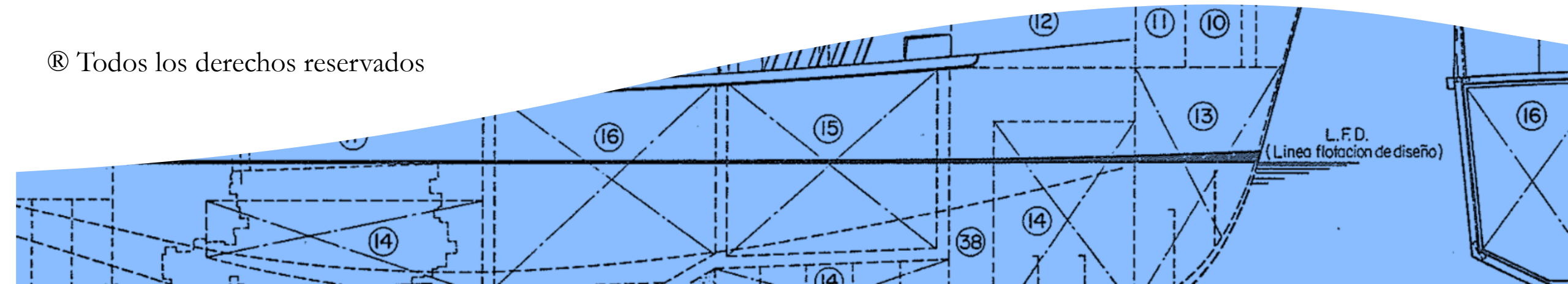


Módulo

Dibujo naval para modelistas

TEMA 2. El plano de líneas

® Todos los derechos reservados



1. Generalidades (I)

Generalmente la oficina técnica desarrolla un **plano de líneas** que contiene los datos necesarios para los trabajos de la construcción del casco del buque. Estos datos registran los **anchos o semimangas** de las líneas de cubiertas y líneas de agua, regatas y pies de secciones de trazado. Se complementa con los **planos de proa y codaste**.

De este plano se obtienen todos los datos de las semimangas, alturas y diagonales determinando lo que se denomina “**cartilla de Trazado**”. En ésta cartilla se representa en forma cartesiana un punto en sus tres coordenadas (x, y, z).

- El **valor “x”** representa la distancia en el sentido longitudinal con su origen en la sección 0 ó perpendicular de popa.
- El **valor “y”** semimangas, representa la distancia en el sentido transversal con su origen en el plano de crujía.
- El **valor de “z”** alturas, representa la distancia en el sentido vertical con su origen en la línea base.

El plano de líneas en definitiva esta formado por 3 proyecciones:

- **Alzado** o plano vertical longitudinal.
- **Vista lateral** o plano vertical transversal
- **Vista horizontal** o plano horizontal de línea da aguas

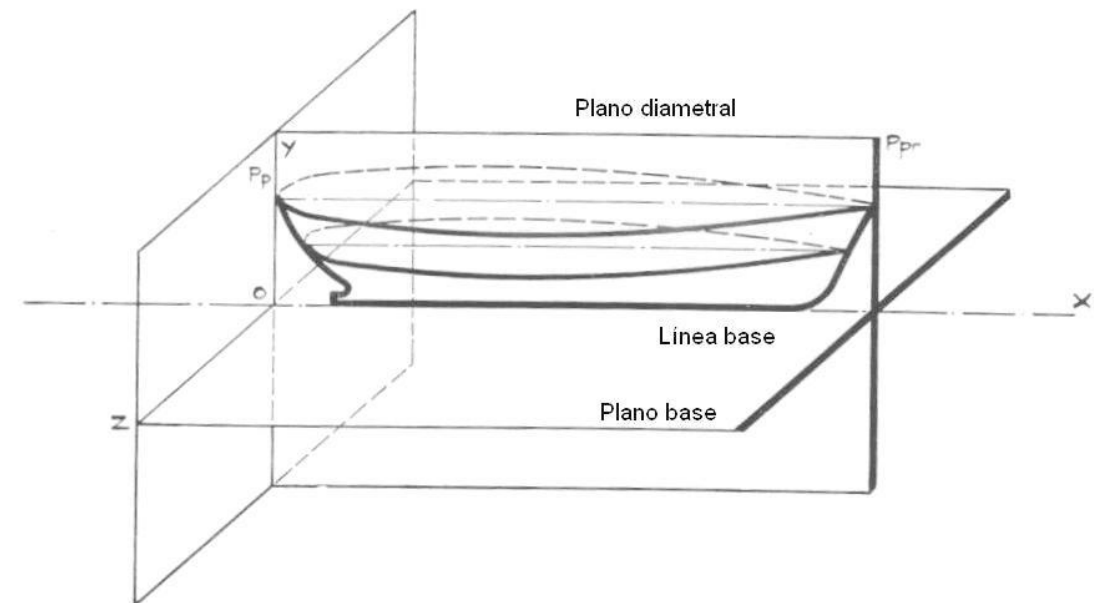
2. Plano de formas (I)

Ya se han visto los diferentes planos de referencia del buque (ver dibujo 1). El plano de formas muestra la forma del buque al referirlo en estos planos.

La superficie exterior de un buque se representa por medio de Curvas de nivel equidistantes y paralelas a los planos de referencia, análogamente al procedimiento utilizado en Topografía y, por lo tanto, bastaría teóricamente una serie de curvas.

En el caso de la carena de un buque el empleo de una sola serie de curvas no permite calcular con suficiente precisión los diversos elementos de la carena (volúmenes, centros de figuras, etc.), de las que depende la flotabilidad y estabilidad.

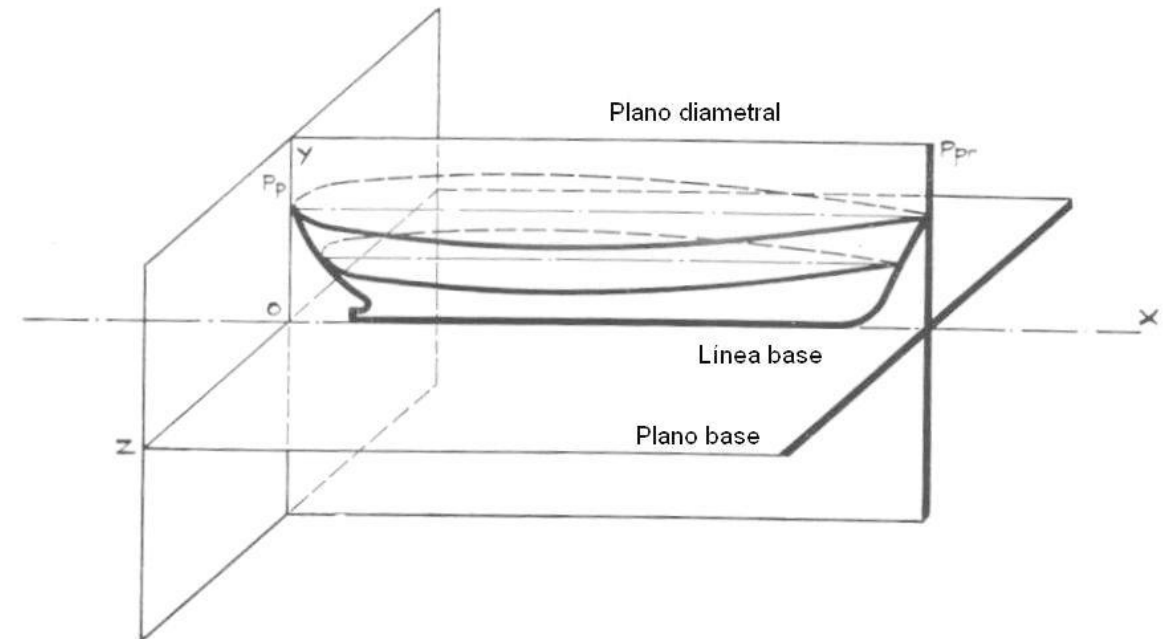
No permite tampoco comprobar la perfecta continuidad de la superficie de carena, continuidad absolutamente indispensable para reducir al mínimo la resistencia a la marcha. Por esta razón se representan las carenas por medio de tres series de curvas de nivel, paralelas a los tres planos de referencia, combinadas con secciones oblicuas, si son necesarias.



2. Plano de formas (II)

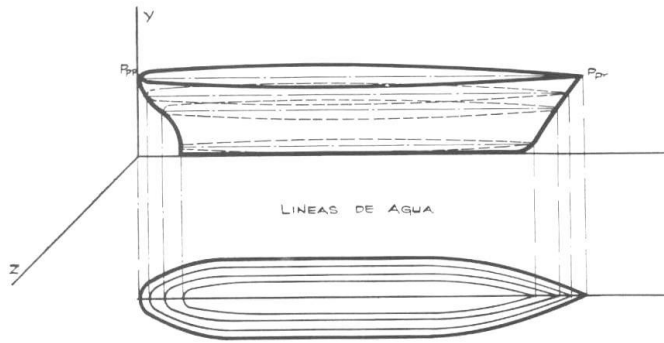
La **concordancia de las tres proyecciones nos garantiza la continuidad de las formas**; además, si una parte del buque queda mal definida por una serie de curvas, puede haber otras secciones que den indicaciones más precisas. Por ejemplo: las partes bajas de la carena, en su proximidad a la línea de quilla, quedan mejor definidas por las secciones longitudinales y transversales que por las horizontales.

La superficie que se representa es la exterior, es decir, fuera de forros, si los planos se trazan con arreglo a los **procedimientos franceses**, la superficie fuera de miembros, si se sigue la **práctica inglesa**; los **planos españoles** se hacen fuera de miembros.



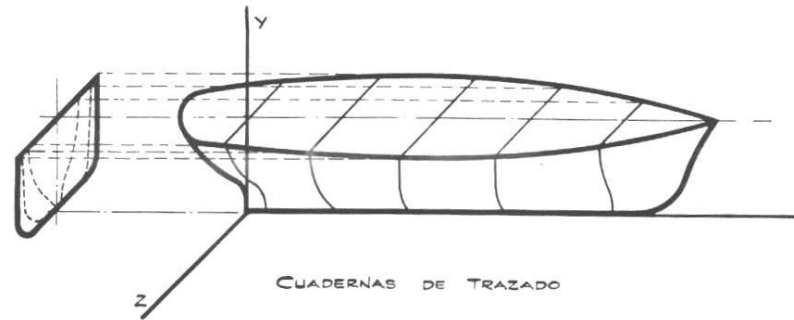
2. Plano de formas (III)

Las tres series de curvas que representan la carena son:



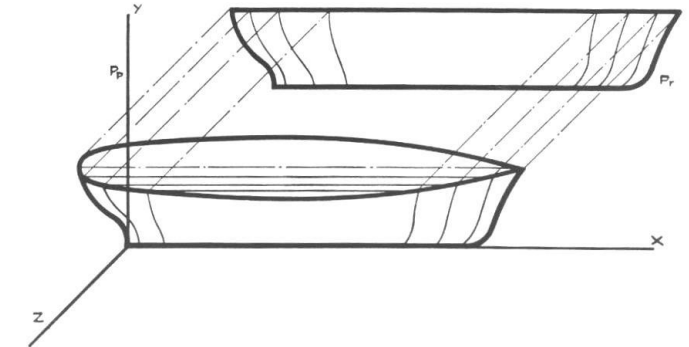
En el plano Horizontal (planta)

Las secciones horizontales o líneas de agua, paralelas a la flotación de carga



En el plano transversal (perfil)

Las secciones verticales, transversales o cuadernas de trazado paralelas al plano transversal. A la máxima sección transversal se la denomina “Cuaderna maestra” que en la mayoría de los casos coincide con la sección media, es decir, que se encuentra colocada en el plano transversal que contiene la perpendicular media. La proa se representa en la parte derecha y la popa en la izquierda



En el Plano longitudinal (alzado)

Las secciones verticales, longitudinales o líneas de contorno, paralelas al plano longitudinal. Normalmente se dibuja la proa a la derecha y se traza la flotación de diseño. Aquí se muestra el aspecto general del barco y las arrufadas de las cubiertas.

2. Plano de formas (IV)

Para completar la representación de la carena, principalmente la de los fondos, se hace uso de secciones oblicuas que se llaman **Vagras planas (diagonales)**. Estas curvas son las intersecciones de la superficie de carena con planos perpendiculares al transversal, elegidos de modo que sean normales a la carena si es posible, en las partes más importantes de dicha superficie.

Las **obras muertas** se representan por secciones transversales, longitudinales, y por algunas secciones horizontales. Se añade en el longitudinal las proyecciones del contorno de la roda y del codaste y en los tres de referencia, los de las líneas que definen algunas partes principales del buque. Estas líneas que se llaman **vagras de doble curvatura** son los cantos o contornos de las cubiertas y algunas líneas tales como la tapa de regala.

La totalidad de las curvas anteriormente estudiadas y que, consideradas en conjunto, definen las líneas del buque, constituyen lo que se llama **Plano de Formas del Buque**. En general, los **Planos de Formas se trazan en las escalas siguientes:**

- Buques grandes: 1/100
- Buques medianos: 1/50
- Embarcaciones: 1/20

En la actualidad, ya se dispone de un Standard matemático para la definición de la carena. Se trata **de las curvas NURBS (Non-uniform Rational B-Splines)**

2. Plano de formas (V)

LÍNEAS DE AGUA

Son equidistantes y **su número varía entre 8 y 12**, utilizándose a veces solamente 6, dependiendo del tamaño del buque, de sus formas, y, sobre todo, del calado.

En **España**, siguiendo la norma de franceses y americanos, se suelen utilizar **11 líneas de agua** para la carena, numeradas de 0 a 10 y una línea auxiliar.

La **línea de agua número 10** coincide con la flotación en carga y corresponde a los calados previstos por el proyectista.

Las **líneas de agua auxiliares** se trazan con igual equidistancia, por encima de la flotación en carga, para poder obtener mediante cálculos los elementos de una carena correspondiente a una flotación en sobrecarga

2. Plano de formas (VI)

CUADERNAS DE TRAZADO

Las cuadernas de trazado o secciones verticales, transversales, **suelen ser 21** y pasan por los puntos obtenidos al dividir la distancia entre perpendiculares de proa y popa en 20 partes iguales. Si el buque es de **eslora pequeña** o de formas sencillas pueden bastar **10 cuadernas**.

A la cuaderna que pasa por la perpendicular de popa se le da el **número 0** y a las otras números sucesivos, yendo hacia proa desde 0 hasta 20.

Las perpendiculares de popa, media y de proa corresponden a los **números 0, 10 y 20**, respectivamente.

Si se considera oportuno y con el fin de obtener mayor precisión en las formas extremas, se pueden añadir cuadernas intermedias llamadas auxiliares, dividiendo en partes iguales el intervalo entre las cuadernas de trazado. Se pueden trazar también **cuadernas auxiliares** más allá de las perpendiculares de proa y popa

2. Plano de formas (VII)

SECCIONES LONGITUDINALES

Por ser el buque simétrico con relación al plano longitudinal, no hace falta representar más que una mitad del mismo; las secciones verticales, longitudinales trazadas en dicha mitad, son equidistantes y suelen ser cinco, sin contar el propio longitudinal. La sección más alejada de este plano debe distar del mismo los $3/4$ de la semimanga máxima de la carena.

VAGRAS PLANAS

Estas líneas se representan por sus trazas sobre el transversal y sus abatimientos sobre el horizontal. Su número y posición se fijan arbitrariamente, según las formas del buque y el grado de precisión que se requiera. Como se ha comentado anteriormente, es conveniente que las vagras corten tan normalmente como sea posible a la carena, para que sirvan para comprobar la continuidad de las formas.

VAGRAS de DOBLE CURVATURA

Estas líneas se representan por sus proyecciones sobre los tres planos de referencia. Se trata de la representación de una curva alabeada.

3. Posiciones relativas de las diferentes líneas representativas (I)

Para facilitar el examen de los planos y su comparación, se dibuja el longitudinal por encima del horizontal, correspondiéndose a los trazos de las diferentes cuadernas y el transversal a la izquierda del longitudinal, de modo que las líneas de agua queden a la misma altura.

En el longitudinal y en el horizontal se coloca la proa a la derecha y la popa a la izquierda, práctica que debe seguirse siempre en toda clase de planos y esquemas.

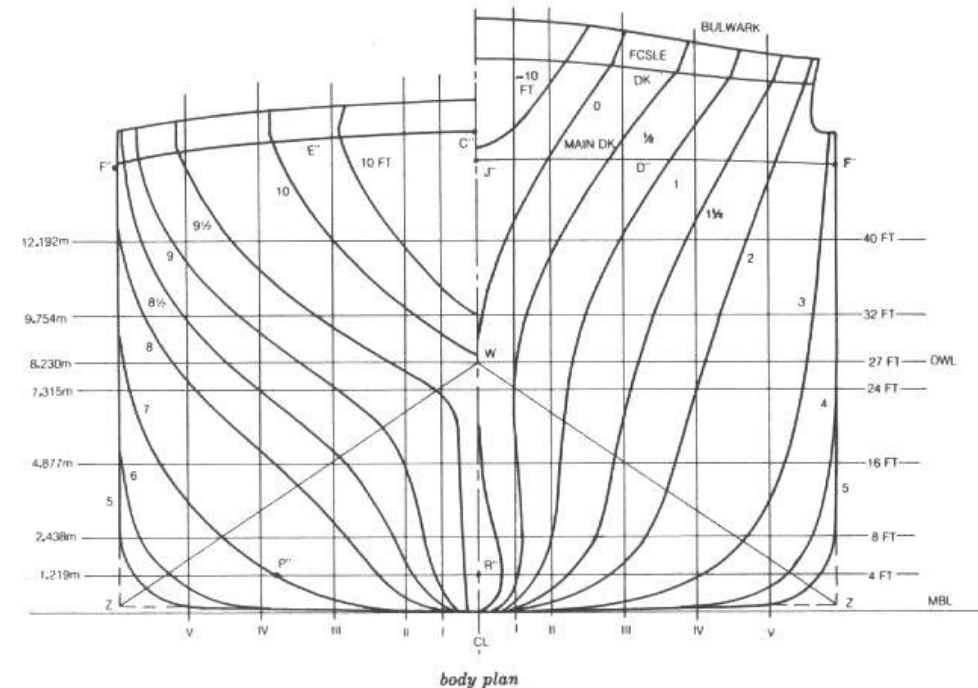
Como sólo se representa la mitad de la carena, **se indica sobre el horizontal y por debajo del eje, las 11 líneas**, de agua de la carena (de la 0 a la 10), y por encima de dicho eje la línea de agua 11, las líneas de agua complementarias, si existen los abatimientos de las vagras, planos y las proyecciones de las vagras de doble curvatura.

En el **transversal** se trazan las cuadernas de proa a la derecha del eje y a su izquierda las de popa; la cuaderna 10 (cuaderna media) se suele representar completa.

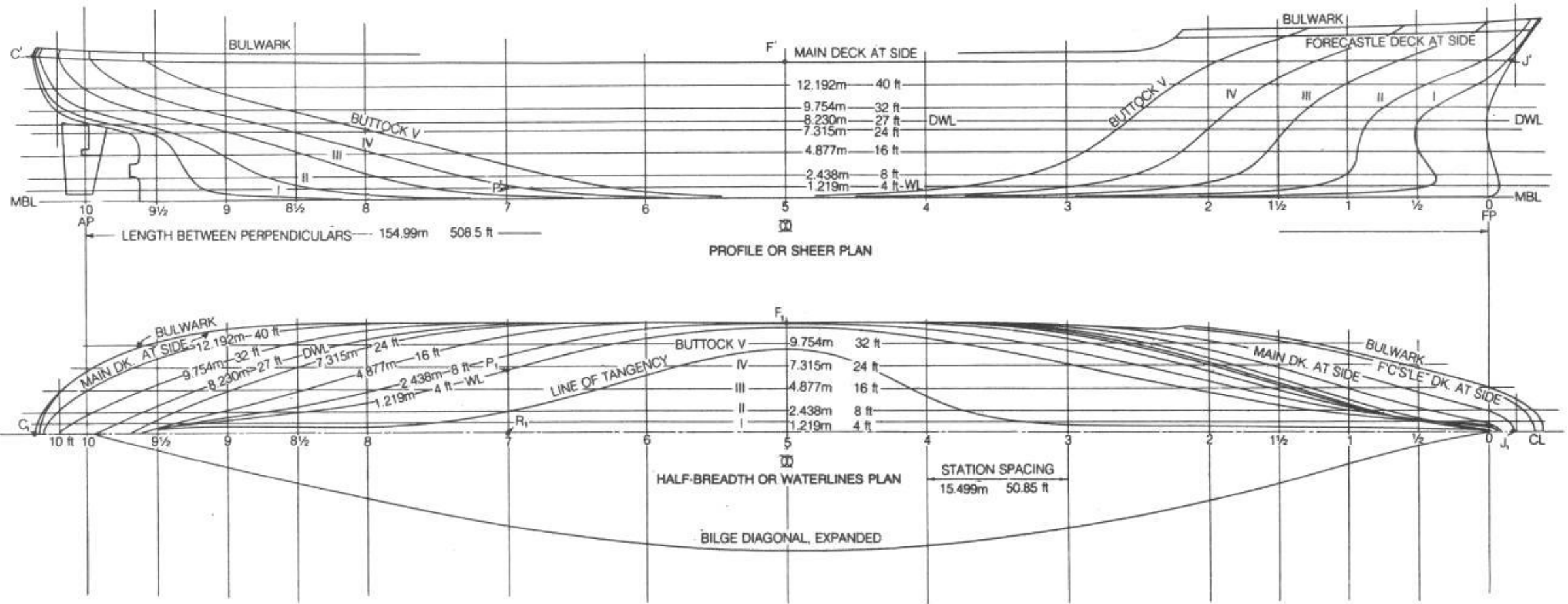
3. Posiciones relativas de las diferentes líneas representativas (II)

Símbolos: en los planos de formas anteriores se pueden ver los siguientes signos:

- **Línea central.** Coincidente con el plano diametral. Las cuadernas son simétricas con respecto a este eje.
- **Sección media,** central o maestra: es equidistante de las perpendiculares de proa y popa.

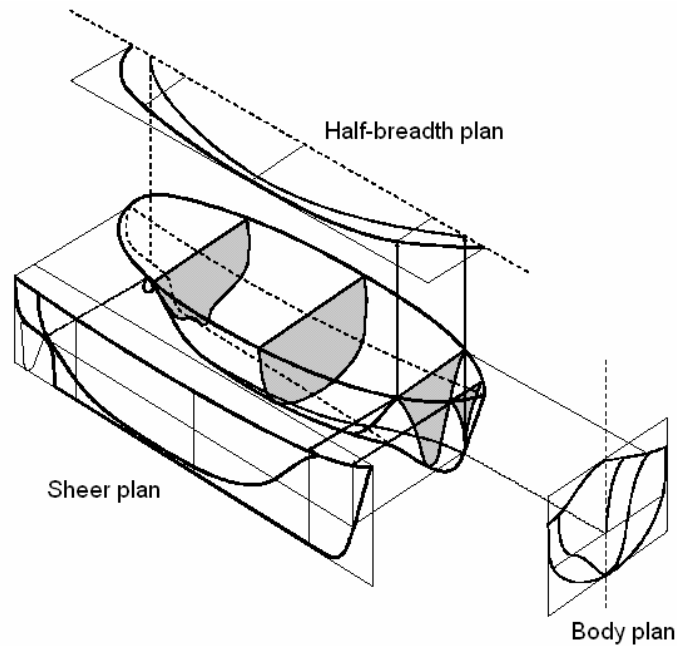


3. Posiciones relativas de las diferentes líneas representativas (III)

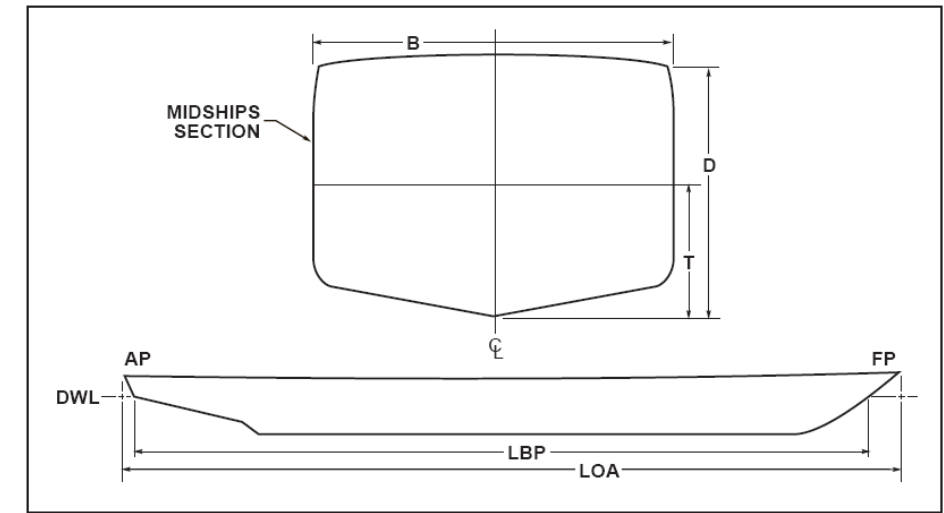


3. Posiciones relativas de las diferentes líneas representativas (IV)

Denominaciones en inglés



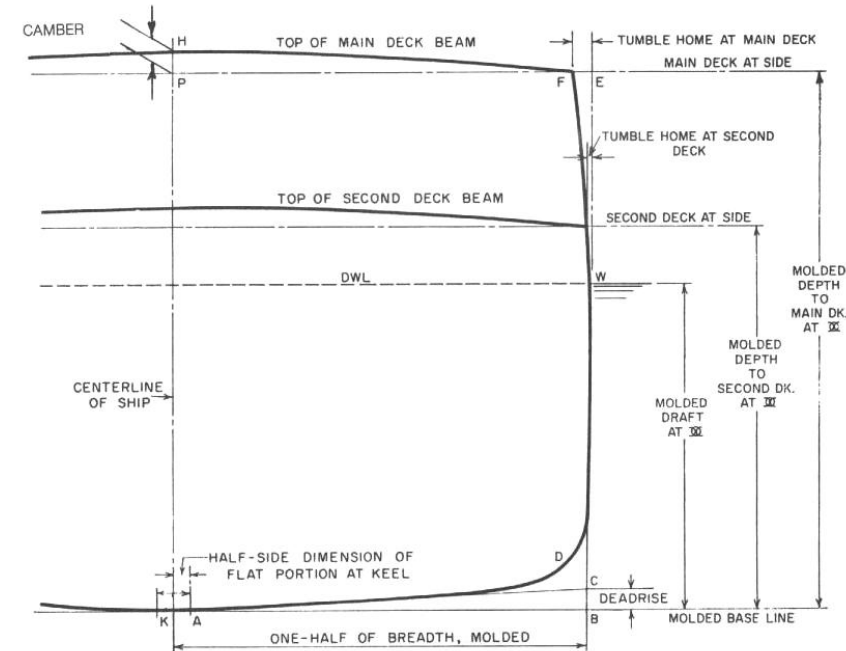
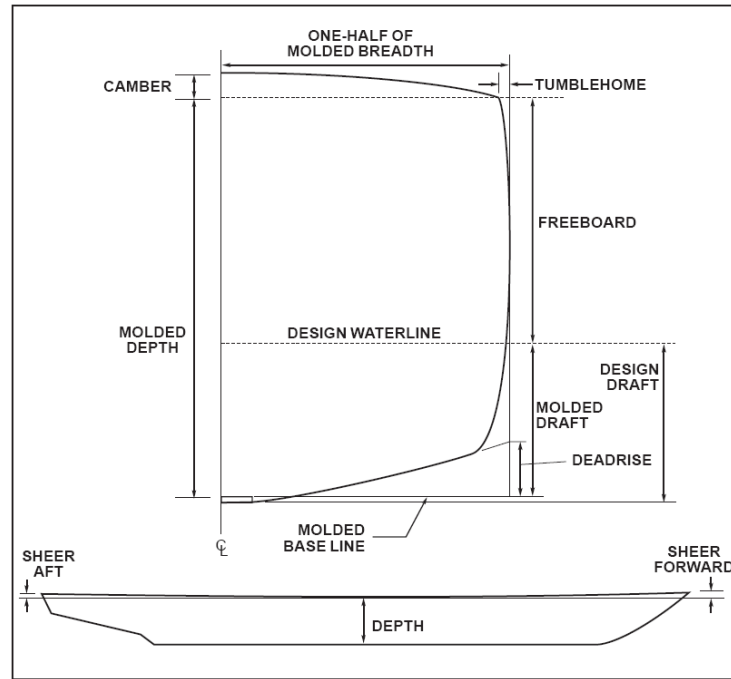
Water lines en el plano Half-breath plan
Buttocks en el plano Sheer plan or Profile
Sections en el plano Body plan



- B:** Beam or breadth (manga)
- D:** Depth (puntal); **T:** Draft (calado)
- AP:** After perpendicular (perpendicular de popa)
- FP:** Fore perpendicular (perpendicular de proa)
- DWL:** Designed loadwaterline (flotación de diseño)
- LBP:** Length between perpendiculars (eslora entre perpendiculares)
- LOA:** Length overall (eslora máxima)

3. Posiciones relativas de las diferentes líneas representativas (V)

Denominaciones en inglés



Molded: se refiere a una medida de trazado, es decir, sin contar espesores o escantillones.
Tumblehome: entrante en el costado. Es lo contrario de Flare que indica abanico (que la manga aumenta al hacerlo el calado).

Freeboard: francobordo.
Camber: brusca
Deadrise: astilla muerta.
Sheer: arrufada