

Charla n°1 sobre construcción naval TEMA I: Formas, Arquímedes...

"La gota horada la roca, no por su fuerza sino por su constancia." Publio Ovidio (43 a.C.-17 d.C.); poeta latino.

Diálogos sobre construcción naval entre el Capitán Isidore Caubin y el joven marinero Simbad

Simbad: Capitán, todos vemos que un buque flota aunque sea de hierro, ¿cómo es esto posible?

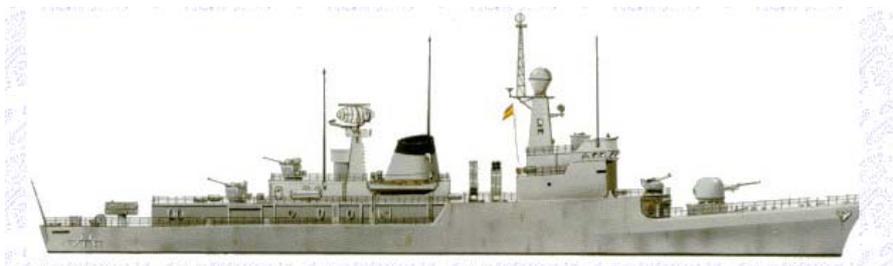


Figura I.1.1: Un buque flota...¡Aunque sea de hierro!

Capitán Isidore Caubin: Para contestar a esta pregunta te diré antes que nada que un tal Arquímedes, descubrió las leyes por las cuales los objetos, aunque sean de hierro, pueden flotar y que veremos a su tiempo. Un casco de buque es por lo tanto asimilable a un "flotador", ya que flota...y en eso no se diferencia en nada del corcho de tu caña de pescar...

Simbad: Sí, pero el corcho de mi caña de pescar, no es precisamente de hierro...

Capitán Isidore Caubin: Si estuviera construido de otra manera y con la forma, estanqueidad y

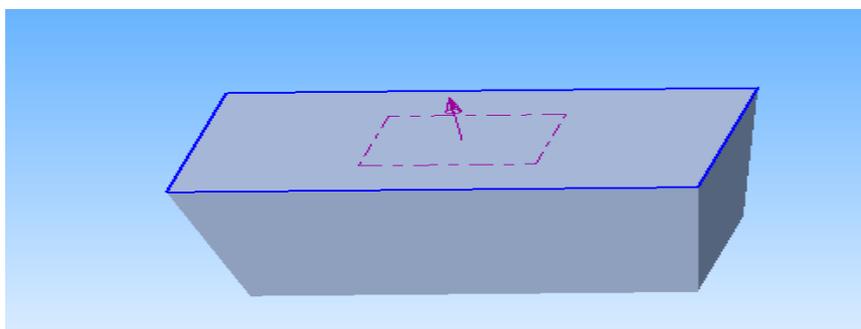


Figura I.1.2: La parte central del casco se asemeja a un "cubo"

volumen adecuado, también flotarían, eso es lo que es extraordinario.

Pero antes de ver el porqué de esta propiedad, tendremos que ver que tipos de cascos "flotantes o flotadores" existen. Normalmente los buques tienen un casco, pero ciertos de ellos, como por ejemplo un catamarán, tendrán dos cascos ó "flotadores" y en un trimarán habrá tres, etc.

La parte central del casco se puede asimilar mas o menos a una figura geométrica tal como el cubo, pero no así en las extremidades como ocurre en proa y en popa que están mas o menos "redondeadas" y que se asemejan más a un cilindro o a un cono o a un prisma...

Mas adelante veremos que para calcular las performances y características de un casco, tendremos que trabajar con unos coeficientes llamados "de bloque, prismáticos", etc., que son muy importantes y fundamentales en el calculo de las carenas.

Simbad: ¿Qué es exactamente una carena?

Capitán Isidore Caubin: "La carena es la parte del casco que está sumergida", nada más simple, aunque esta "simpleza es aparente" ya que cuando un buque se mueve, la parte sumergida no es siempre la misma por efecto de este movimiento mismo, ¿Verdad?

Simbad: Verdad, verdad, capitán...

Capitán Isidore Caubin: Además, el casco o "hold" en inglés, o "trou" en francés, o "hueco" en castellano como a veces se llama al casco debido a que en realidad se trata de un verdadero hueco, de las embarcaciones que ya tienen una dimensión más o menos importante, puede estar

"puenteado", es decir que puede estar cubierto y cerrado por este puente, de manera mas o menos hermética por lo que a estas partes se les llama cubiertas, ya que *"cubren el hueco"*, o *"puentes"*, etc. Esto no ocurre en general en una simple barca o bote a remos.

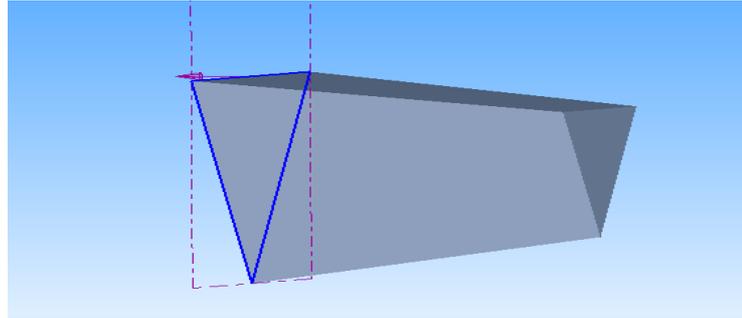


Figura I.1.3: La popa y el espejo de popa se asemejan a un "cono, a una pirámide o a un cilindro"



Figura I.1.4: La carena de un buque es su parte sumergida...

El puente (o también cubierta), que cierra más o menos completamente el casco evita la inundación por vía de agua en casos que toman una escora importante o en caso de olas que pasen por encima de este, dándole al casco características de flotabilidad importantes que serian menores si no estuviese cerrado

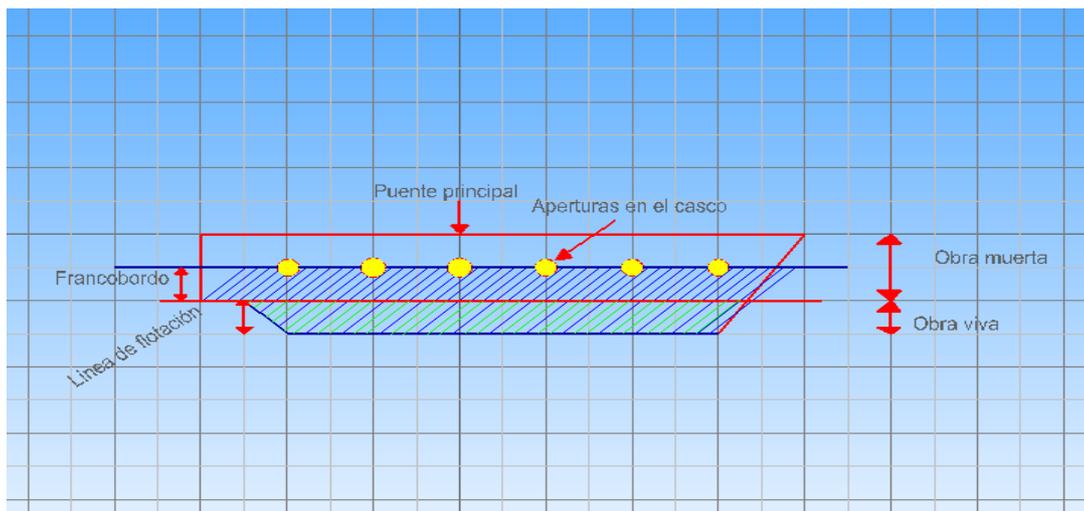


Figura I.1.5: El Francobordo llega hasta cualquier orificio del casco

Simbad: Me acuerdo que alguien me ha hablado del *"Franco bordo"*, ¿A que se refiere este termino?

Capitán Isidore Caubin: El llamado *"Francobordo"*, va desde la línea de flotación hacia el puente principal, y termina donde el casco tenga aperturas que puedan inundarlo; toda esa zona es llamada *"franco bordo"*. Las normas internacionales obligan a que esta zona sea más o menos extensa según las características de un casco determinado y a eso se le llama *"franco bordo reglamentario"* el cuál, varía de un buque a otro.

Simbad: Entonces, ¿se obliga a todas las embarcaciones a tener este franco bordo?

Capitán Isidore Caubin: Hombre pues sí más o menos, pero la regla general a retener sería la que deban o no tener un puente que las proteja de inundaciones y de esta manera, las embarcaciones que navegan lejos de la costa deben llevar puente o cubierta, y las que navegan en aguas abrigadas, fluviales o en una mar a proximidad de la costa o de un abrigo, no llevan puente. Las cubiertas o puentes están mantenidas por baos, piezas curvas de madera, hierro,

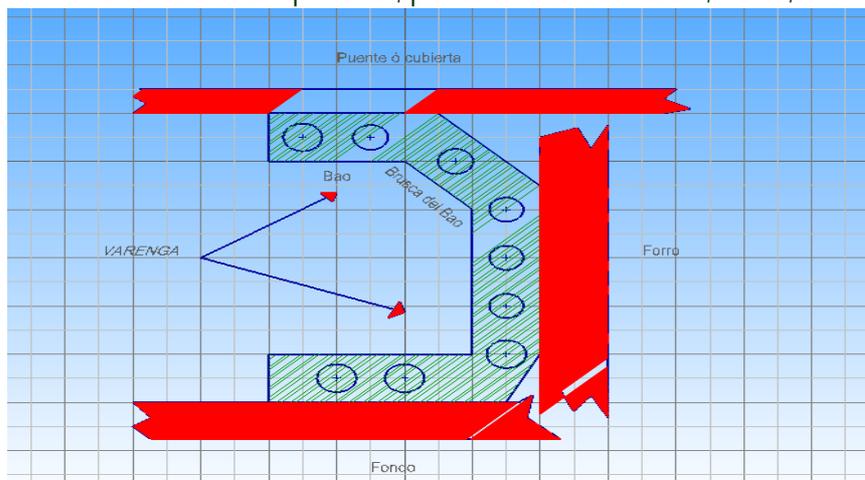


Figura I.1.6: Las aperturas nos dicen que se trata de una "Varenga aligerada" acero o material sintético y que sirven para sostenerlo en su sitio. Existen puentes de diferentes tipos o de diferentes niveles en grandes navíos, pero el que cierra el flotador o casco como tal, se llama "Puente principal" o "Puente de franco-bordo". Además a la línea de intersección entre este puente y el casco que posee una flecha con una cierta curvatura se la llama "brusca del bao". Se trata del contorno exterior por oposición al "bao de crujía" o al "bao en el eje", que es la intersección

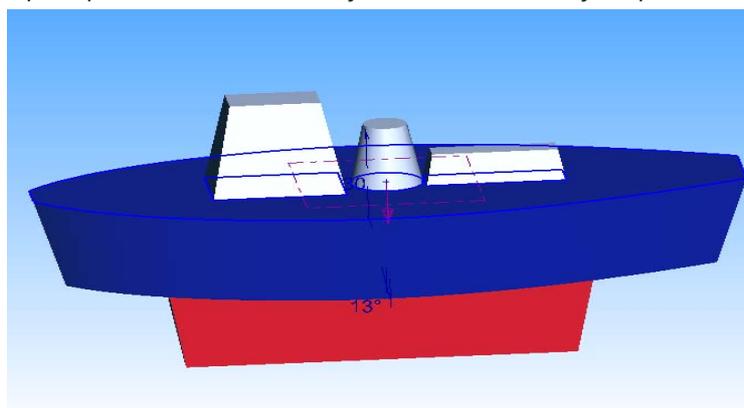


Figura I.1.7: Un buen software de dibujo permite muchas cosas del puente con el plano longitudinal.

Simbad: Pero aparte de esto, no se le llama de la misma manera a la parte sumergida que a la parte no sumergida, ¿verdad?

Capitán Isidore Caubin: Exactamente, el casco, tiene en su parte inmersa u "obra viva", una

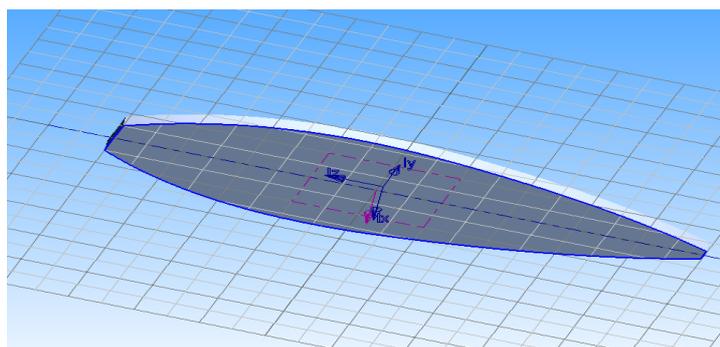


Figura I.1.8: Una lamina (Con espesor), que representa nuestro volumen total de carena.

serie de apéndices u accesorios tales como timón/es, planos anti-deriva, orzas o quillas y o sistemas anti- balance (quillas de pantoque por ejemplo), árboles de hélices, de propulsión... Todos estos accesorios constituyen lo que se llaman los *"apéndices del casco"*

Simbad: ¡Dios!, para calcular todo esto debe haber muy buenos dibujantes en el campo de la construcción naval...

Capitán Isidore Caubin: Pues si, pero actualmente existen programas informáticos que prácticamente lo hacen todo...En efecto, un buen software de dibujo técnico, permite no solo dibujar la silueta de nuestro buque si no que además puede realizar otros cálculos como por ejemplo el calculo de inercia de nuestro volumen sumergido o carena.

Estos datos son indispensables para los cálculos y así en la figura I.1.5, vemos un volumen de carena donde distinguimos los ejes que usaremos para el calculo de la inercia o centro de

Surface :	19254.2	Volume :	43057.4
Centre de gravité			
Xg :	1.65953	Yg :	-0.015351
Zg :	-2.5		
Moments centraux d'inertie			
Ix :	9.23059e+007	Iy :	8.1398e+007
Iz :	1.10873e+007		
Matrice d'inertie dans le repère de création			
1.13564e+007	-13675.9	178637	
-13675.9	8.17857e+007	-1652.43	
178637	-1652.43	9.24245e+007	
Axes centraux d'inertie			
X	Y	Z	
-6.88117e-014	-0.000210107	-1	
-9.50708e-013	1	-0.000210107	
1	9.50694e-013	-6.90115e-014	

Figura I.1.9: Una hoja de calculo automática del centro de gravedad o Inercia

gravedad del volumen de esta carena; además el mismo software nos saca automáticamente el calculo de inercia de esta carena una vez dibujada, sin que tengamos que hacer absolutamente nada nosotros mismos..., como indica la figura I.1.3

Todo lo que constituye algo que sobresalga de la *"piel del casco"* en su obra viva debe ser considerado como un apéndice del casco; este casco es en si mismo una entidad geométrica y única a parte entera.

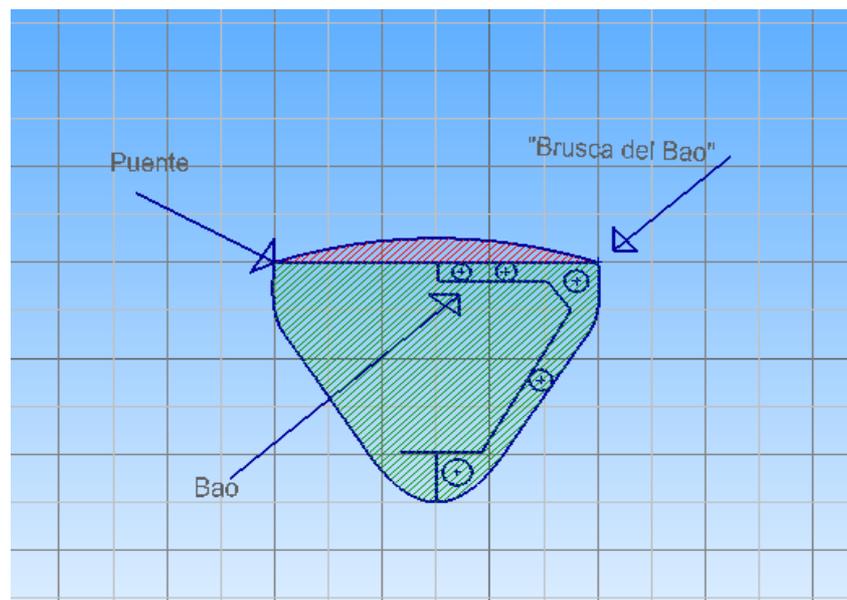


Figura I.1.10: La "Brusca del Bao"

Simbad: En resumen, sin casco no hay barco...

Capitán Isidore Caubin: Evidentemente, ya que el casco es por lo tanto el envoltorio exterior del navío y asegura en resumen, tres funciones principales:

1) La estanqueidad del navío en su parte inferior (obra viva), lo que permite a este flotar, aunque no esté puentado,

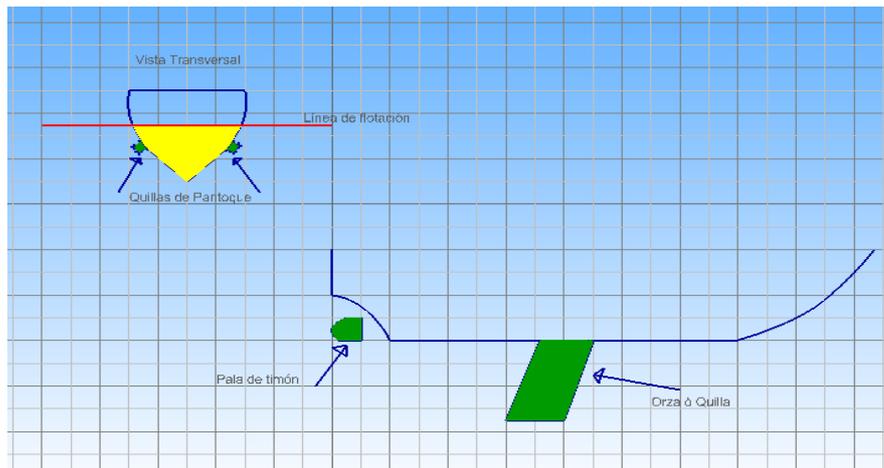


Figura I.1.11: Apéndices del casco

2) Rigidez o solidez, para que el navío conserve sus dimensiones y características principales lo más constantes posibles y que las deformaciones debidas a los esfuerzos que sufre en navegación, intemperies o a agresiones exteriores (buque suspendido por las bragas de una grúa por ejemplo), no sean importantes y no pongan en peligro la carga y los bienes de abordo que si no fuese así correríamos el riesgo de perder (En la mar: pérdida de *"Cuerpos y Bienes"*)

3) Este casco o *"envoltorio del flotador"*, debe también tener una forma apropiada para permitir que el navío se desplace de un punto a otro de la superficie del agua de la manera más eficaz posible, con relación al objeto para el cual fue construido y que nosotros llamaremos *"Programa"*.

Simbad: Ok, capitán, pero por lo que he oído, también se usan unas palabrejas raras tales como forros, etc.

Capitán Isidore Caubin: En efecto, el forro exterior es el conjunto de elementos que recubren exteriormente el esqueleto del navío. Hoy en día ese forro ya no es casi nunca un conjunto de tablones o planchas como antes, si no formado por una sola pieza o varias piezas soldadas entre si o unidas por otros medios que produzcan la estanqueidad deseada. Estos forros pueden ser constituidos por lo que se llaman materiales compuestos que están encolados o unidos con resinas. Además, el forro obtiene la rigidez necesaria gracias a una estructura que llamamos por su lógica, *"esqueleto secundario"* o armadura secundaria, que a su vez recibe rigidez gracias a un esqueleto que llamamos *"primario"* y que se reparte en cuatro zonas:

El puente, que presenta casi siempre, una curvatura transversal, llamada *"comba"* y en la *"comba de abordo"* o curvatura longitudinal, llamada *"arrufo"*, *"arrufadura"* o *"tundidura"*.

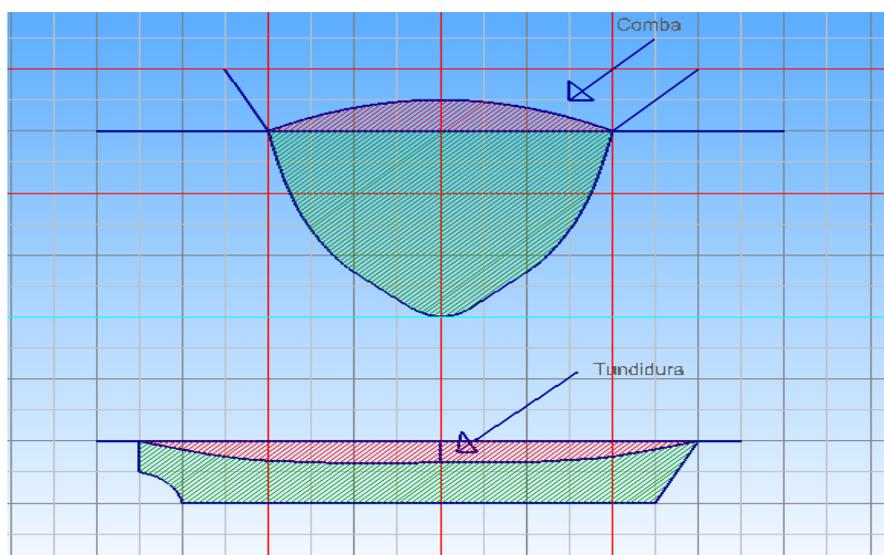


Figura I.1.12: Comba y Tundidura

Por extensión, cuando el navío queda apoyado por proa y popa en una cresta y su centro produce una flecha hacia abajo en su centro, se dice que sufre un *"esfuerzo de arrufo"*.

Por extensión también, cuando el navío queda varado por su centro de eslora o bien navega con su centro en la parte mas alta de una ola o cresta quedando la proa y la popa en la parte baja, el casco sufre un esfuerzo llamado "*de quebranto*" (Da la impresión de que puede "*quebrarse o quebrantarse*")

Simbad: ¿Ve Ud.?, ya empiezan esas palabrejas raras...

Capitán Isidore Caubin: En efecto, toda profesión tiene eso que se llama vocabulario o "*argot de la profesión*" y en la marina, este argot es especialmente rico en vocablos...

Por ejemplo, la obra muerta (por oposición a obra viva) y que cuando se trate de la parte lateral del casco situada hacia amuras y que no está sumergida, se llama también "*amurada*".

La obra muerta o amurada puede ser vertical, "*abocardada o abocinada*" hacia el exterior. Si la amurada, por su forma recuerda la forma de un tulipán entonces, se las llama "*atulipanadas*", ya que esta forma abocinada es cóncava como es el caso a veces hacia proa del navío a partir de las amuras. De manera mas excepcional o rara, pueden ser de forma entrante a nivel del puente, y entonces se llaman "*afragatadas*" (lo que nos recuerda las antiguas fragatas).

La parte de la amurada y que nosotros también llamamos "*muralla*", termino que viene de muy antiguo y que sobrepasa a veces el puente para constituir un "*guarda cueros de protección*" o también "*guarda mancebos*", se llama "*empavesada*" y a veces por extensión y para nosotros incorrectamente, simplemente amurada. De esta manera, los fondos que están situados mas abajo que la línea de flotación y que cuando son los mas bajos y separan el forro externo del forro interno cuando existe, se llaman "*plancha margen*" y a veces "*pantoques*", ya que están en la parte baja interna curva del casco. Aquí también puede haber un forro paralelo al primero que en la parte baja constituiría con este y como hemos dicho, el "*doble fondo*".

Pero se dice corrientemente que los pantoques, son zonas intermediarias redondeadas o angulares entre las amuradas interiores. O sea que cuando hablamos de pantoque o de pantoques, tenemos que pensar siempre que son contiguos o forman parte de una superficie curva. También existe una acepción de pantoque para los cascos de forma angular y que no tiene bordes redondeados y que algunos llaman entonces "*pantoques a bordes vivos*".

Simbad: ¿Todas estas palabras y vocablos hay que aprendérselos de memoria?

Capitán Isidore Caubin: Es recomendable, ya que los verdaderos marinos hablan así. En efecto, la terminología marítima es en si misma una ciencia heredada de nuestros ancestros que posee una riqueza tal, que suele ser un obstáculo en los primeros años de estudios de náutica, como es la denominación de los huesos, músculos, tendones, venas y arterias del cuerpo humano en los primeros años del estudio de la medicina.

No sería concebible que un medico no supiera decirnos como se llama tal o cual músculo o hueso y de la misma manera pensamos que un marino debe pasar "*por el aro*", es decir, por un conocimiento completo de los términos navales aunque esto parezca difícil al principio cuando no se tiene practica.

Simbad: Pero eso puede tardar años...

Capitán Isidore Caubin: Yo mismo, me sorprendo a veces oyendo alguna palabra que no había oído nunca...pero sigamos con nuestro casco y veremos que por ejemplo, ciertos cascos tienen la particularidad de tener dos pantoques muy juntos que separan paneles o forros o si se quiere "*revestimientos*", y que tienen la forma de "*peldaño de escalera*".

Estas piezas, dispuestas en sentido longitudinal o transversal hacen que ese casco se llame "*casco a resaltes*"; ¡así que apunta marinero!

Las dimensiones de un casco se pueden dar simplemente, solo con considerar el envoltorio exterior del forro. Si así se hace, esas dimensiones corresponden a la geometría real del flotador.

Para poder medirlas, es más fácil en general hacerlo desde el interior del forro por razones practicas. Cuando así se hace habría que especificar medida tal o cual "*interior forro*" o "*fuera miembros*" (moulded en inglés), o "*fuera bordo*", o "*fuera forro*".

Simbad: Pero hasta ahora hemos hablado del casco, esa especie de cáscara de nuez hueca que constituye la geometría fundamental del buque.

Pero ¿Hasta donde llega?, una quilla por ejemplo ¿puede ser considerada como casco?

Capitán Isidore Caubin: La quilla como hemos dicho antes es en general un "*apéndice del casco*". A través de los tiempos y con el uso, esta palabra puede tener y ha tenido muchas acepciones. Desde su origen y hasta nuestros tiempos, la quilla (sobre todo en los navíos de madera), designa la pieza principal de los fondos del navío a partir de la cual se implementa el casco. La quilla puede

ser en parte interior y en parte exterior al casco (límite hasta donde llegan los forros). Cuando así es, la parte exterior constituye un apéndice del casco.

La quilla puede ser visualizada longitudinalmente, sobre todo cuando se trate de un navío de importancia o al contrario, cuando se trate de navíos de dimensiones mas modestas, con una cierta pendiente que suele ser mas baja a popa que a proa.

Se debería decir en este caso que el navío esta construido *"En diferencia"*.

En lo que respecta los cascos metálicos, la quilla está constituida, sea como precedentemente por una pieza masiva vertical (quilla masiva), sobre la cual se sueldan de cada lado los forros de fondo, sea por un elemento de forro axial espeso y plano (Quilla plana), que se hace rígido interiormente gracias a un elemento de estructura vertical o *"vagra"*.

Se dice también, que la quilla designa generalmente la parte axial inferior del casco en el sentido más amplio de la palabra e incluso y si hace falta, en su sentido puramente geométrico.

En este caso, se trata de una línea que representa el contorno exterior por debajo del casco (línea de quilla) Hoy en día, también la palabra quilla designa a veces el *"alerón de deriva u orza"* fijo de un velero y que incluye en general un *"lastre"* o peso.

Simbad: Ud., capitán me ha hablado o dicho de que existen ahí debajo del agua, o entre dos aguas, es decir entre la obra viva y muerta o solo en la viva o solo en la muerta, otras piezas del casco o que no son del casco, pero que ahí están...¡Uf!; ¿Cómo se llaman?

Capitán Isidore Caubin: Se trata de las extremidades del navío por ejemplo y que toman nombres especiales tales como la *"Roda"*, que también se puede llamar *"tajamar"* (ya que hace un *"tajo"* en la mar), *"estrave"* (¡Preciosa y antigua palabreja marinera!), *"branque"*...

El *"Pie de Roda"* es una pieza en general de forma redondeada, que une la roda y la quilla.

En ciertos navíos, la roda puede tener en su parte sumergida, en el lugar que ocuparía el pie de roda, una protuberancia perfilada mas o menos desarrollada en volumen y hacia abajo, hasta la línea de quilla y hacia adelante, que si el tipo de construcción lo permite se llama *"bulbo de roda"*, destinada a mejorar las performances del navío como ya veremos, ya que disminuye la resistencia hidrodinámica (resistencia de la obra viva) al avance de la *"carena"* en el agua. En la parte trasera o de popa, el casco se puede prolongar por una *"bóveda"* (Como en las catedrales), que se extiende hasta el *"espejo de popa"*.

Las formas avante y atrás de un navío son en general muy diferentes pero en casos excepcionales podrían ser idénticas permitiendo al navío que entonces se llamaría *"Anfidromo"*, el de poder desplazarse indiferentemente en un sentido u en otro...

Simbad: Lo dicho, en *"palabras raras"* la marina se lleva la palma...pero veo que Ud., capitán se olvida de lo principal, ya que me habla Ud. de *"aeródromo o algo así"* y se olvida de cosas fundamentales como por ejemplo el timón...

Capitán Isidore Caubin: Perdona marinero, no es que me olvide, ahora llega, lo que pasa es que hay muchas cosas y aunque verás con el tiempo que no es difícil, hay que explicarlas todas.

Me hablas del timón y en efecto sin timón, mal la tendríamos para dirigirnos en la mar.

Su definición según yo, sería la siguiente: *"Apéndice de casco situado en la parte de popa del navío y que sirve a dirigir el barco"*.

Simbad: Ahora, ya estoy satisfecho y ya creo que tengo una idea de cómo está hecho un casco *"con todo lo demás"*, pero por favor Capitán, ¡pare Ud., que si sigue creo que me va a dar un soponcio...!

Capitán Isidore Caubin: Ok, marinero, de acuerdo y ya seguiremos otro día, creo que es hora de que nos tomemos un buen ron y nos vayamos *"al catre"*

Simbad: ¡A sus ordenes mi capitán!

Fin de la charla nº1 sobre construcción naval