

## Charla 9ª sobre construcción naval

### Tema 9.1: Software de concepción.

"No hay ninguna cosa buena que no tenga su base en la razón". Séneca, Lucius Annaeus (c.5 a. C.-65 d. C.); filósofo latino.

#### Tema 9.1.1: La Herramienta Software en nuestro Proyecto

**600º: Capitán Isidore Caubin:** Vamos a dar información sobre "el tipo de cálculos" que habremos de realizar, para afinar nuestro proyecto con un software de arquitectura naval. Este proyecto lo aplicaremos en la concepción de un velero que llamaremos el "Surcando Mares".

Vamos a tratar el protocolo de base para la realización del proyecto del buque, esta vez desde el punto de vista "software". Esta manera de "ver las cosas" nos ayudará a tener "una actitud analítica y lógica" en nuestro trabajo, aunque finalmente decidamos realizar el proyecto a mano y no con ayudas informáticas. Los primeros cálculos que se han de realizar conciernen el desplazamiento de nuestro casco o carena, ya que son la base de todos los otros cálculos (ver más lejos triangulación) y deben estar basados sobre la toma en cuenta de todas las superficies que delimitan esta zona de calculo.

**601º: Simbad:** Está claro que la lógica nos dice que lo primero que tenemos que hacer es un casco, Ud., me dijo esto hace tiempo. ¿Lo primero será entonces el "envoltorio" de nuestro flotador?...¿Qué significa "la toma en cuenta de las superficies"?

**602º: Capitán Isidore Caubin:** Esto quiere decir que una "zona de calculo" importantísima es la superficie de flotación que está delimitada por la waterline y que debe estar "cerrada", ya que el cálculo exige que así sea. Cuando lancemos el software este aspecto, será sistemáticamente verificado. Al principio del lanzamiento de nuestro software, tendremos en efecto que rellenar "una ventana" llamada "Parametrage de los cálculos", antes de empezar a trabajar y donde hay "una zona" que lleva el nombre de "discretización de la superficie".

**603º: Simbad:** Pero cuando yo veo una imagen o dibujo "grosso modo", veo que las superficies están cerradas...¿No?

**604º: Capitán Isidore Caubin:** Si cogieras una lupa y miraras el dibujo con ella, quizás vieres que hay líneas que no se cierran del todo o que existen "discontinuidades" en nuestras superficies; hay que asegurarse que estas líneas que encierran estas superficies no las tengan.

**605º: Simbad:** ¿Y eso como lo hacemos?

**606º: Capitán Isidore Caubin:** No nos hace falta hacerlo nosotros mismos, ya que un buen software las buscará por si solo y así por ejemplo en "HULLCAO 5", trabajamos con un factor de precisión de "8", que significa que nuestra "lupa", va hasta detalles de  $10^{-8}$  cm, lo que como ves es enorme...

Esta sección nos permite elegir el "cómo efectuaremos la triangulación" de las superficies, "cuántas cuadernas deberán ser inspeccionadas" para determinar la "cuaderna maestra" y la "superficie de la cuaderna máxima" en los cálculos en "reposo"; las cuadernas que no intervendrán en los cálculos de equilibrio, etc. En otra "sección" de la misma ventana veremos que hay que contestar a la pregunta de si queremos que los cálculos se efectúen en "agua salada o dulce", ya que este detalle tiene una influencia sobre todos los cálculos en donde le dejamos a la carena "la posibilidad" de ponerse en equilibrio: Efecto de "martinete" o de "cabezada" libres.

**607º: Simbad:** ¿Y cual será el método de calculo?

**608º: Capitán Isidore Caubin:** El método de calculo tradicional en hidrostática, es la descomposición de la carena en cortes o "cuadernas espesas".

Las áreas de las cuadernas y de sus centros de gravedad se integran seguidamente sobre la totalidad de la eslora de la carena para determinar el volumen "mojado" y el centro de carena.

Este método esta muy cerca del método manual y que conduce al trazado de "una curva de áreas".

En los modernos softwares como es el **HULLCAO 5**, los cálculos se efectúan con un método dicho "directo", sacado directamente del "Principio de Arquímedes" que nos dice que la suma de las fuerzas efectuadas sobre la carena por el liquido es igual al "peso del liquido desplazado".

El "Volumen Mojado", puede ser por lo tanto calculado determinando los esfuerzos del agua sobre la carena.

**609º: Simbad:** Si, pero ¿Cómo lo haremos?

**610º: Capitán Isidore Caubin:** Lo haremos "discretizando la superficie mojada en triángulos" y calculando el esfuerzo ejercido por el liquido sobre cada triangulo.

En efecto, si hacemos que cada triangulo sea lo suficientemente pequeño, podemos considerar que la presión ejercida por el agua es uniforme, dependiendo solamente de la "profundidad" a la que se

encuentre cada triangulo, acuérdate que con una altura de solo un metro la presión ejercida sobre el casco era de 10.000 Pascales...Repasa las lecciones anteriores si no te acuerdas.

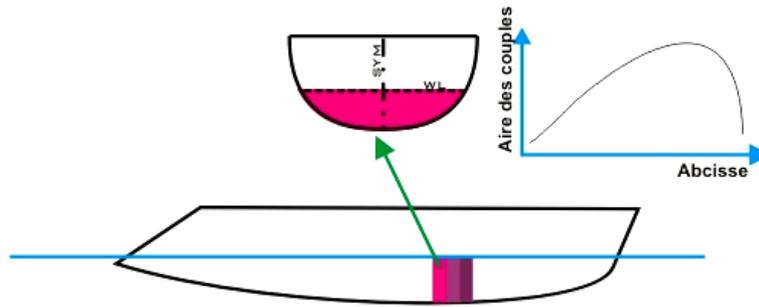


Figura 610.1.1: Carena en "Cortes o "cuadernas espesas..."

Este método desde el punto de vista "informático" tiene muchas ventajas con respecto al precedente ya que la velocidad de calculo, la reducción de integraciones numéricas, etc., son más eficaces y simples.

611º: Simbad: ¿Y entonces porqué todos los softwares del mercado no lo hacen igual?

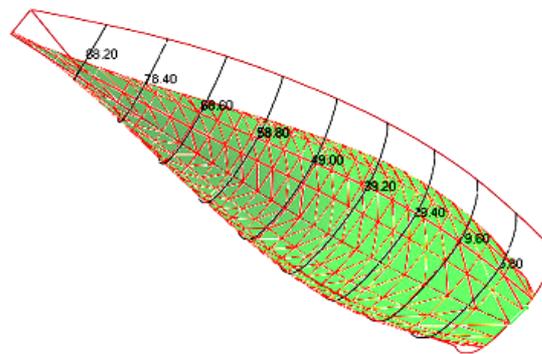


Figura 611.1.1: Discretización de la carena en triángulos

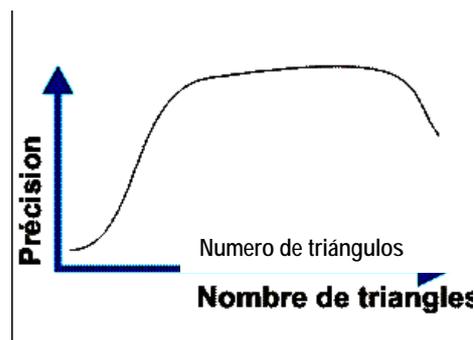


Figura 611.1.2: Precisión y numero de triángulos...

612º: Capitán Isidore Caubin: Porque al contrario, la determinación del centro de carena a partir del "envoltorio del volumen mojado", es más compleja ya que esta basada sobre una "extensión de la formula de Stokes", bajo la forma de:

$$\iiint_{\Omega} \text{Grad} \varphi dr = \iint_{\partial \Omega} \varphi ds \quad (612.1.1)$$

613º: Simbad: ¡Madre mía capitán!...No me dé Ud. otro rollo matemático y dígame de manera simple como trabaja el software...

614º: Capitán Isidore Caubin: No te voy a "dar un rollo matemático", pero hay gente que desea saber siempre de donde vienen las cosas...Aunque ya sé que a ti te importa un bledo...

Lo que quiero mostrarte es que como la "triangularización" está a la base de todos los cálculos, esta discretización es muy importante en la "calidad de los resultados" que obtengamos. En nuestro software, esta "discretización" puede parametrarse en el "Dialogo de configuración de los cálculos".

615º: Simbad: ¿A si? ¿Y como?

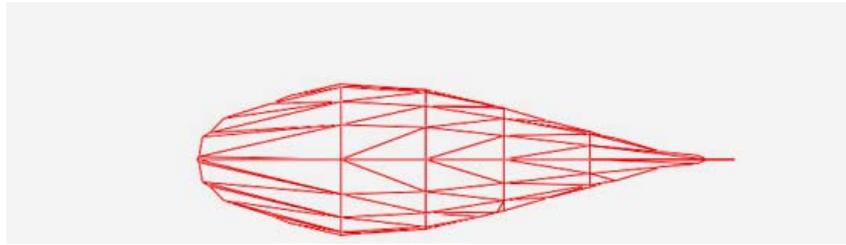
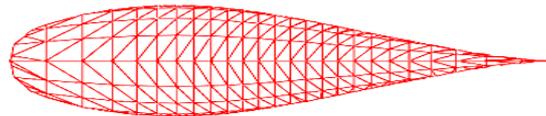
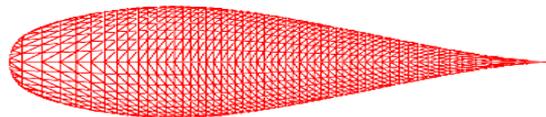


Figura 616.1.1: Discretización 10 líneas / 10 columnas



Discretisation 10 lignes /30 colonnes



Discretisation 20 lignes /60 colonnes

Figura 616.1.2: Otros ejemplos de "Discretizaciones"

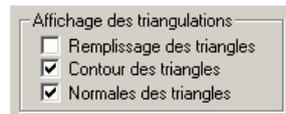
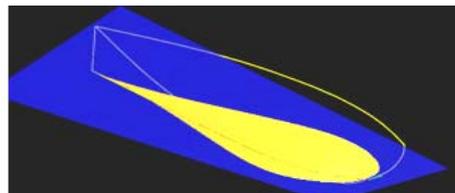
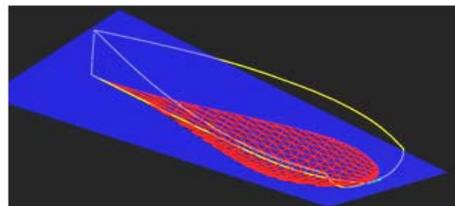


Figura 617.1.1: Ventana de dialogo



Triangulación sin bordes



Bordes únicamente

Figura 617.1.2: Triangulación sin bordes y con bordes únicamente

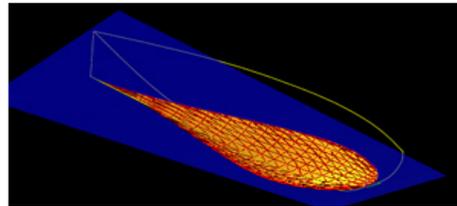
616º: Capitán Isidore Caubin: Variando el numero de columnas y de líneas teniendo cuidado en no aumentar demasiado estos valores "creyendo que con ello aumentamos la precisión", ya que los resultados evolucionan como veremos y se ve en la figura siguiente; es decir que la precisión crece rápidamente con el numero de triángulos si estos no son demasiado numerosos para adaptarse correctamente a la "forma de la carena" ya que después, la progresión disminuye y el tiempo de calculo aumenta. En fin, un numero de triángulos demasiado importante puede reducir la calidad a causa de la "acumulación de errores" que se arrastran con cada truncatura del calculo. Lo mas importante será que

realicemos ensayos y el demos la buena relación entre el número de líneas y el de columnas para que los triángulos sean "lo menos puntiagudos" posible, es decir evitar figuras "10 x 10" como la que se ve en la figura 616.1.1.

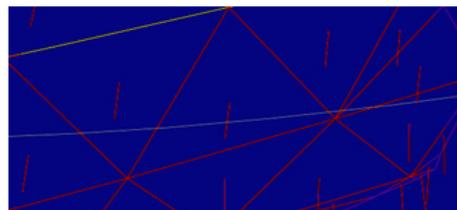
617°: *Simbad*: Muy bien, pero nosotros tendremos que "visualizar todo esto" en la pantalla de nuestro ordenador...¿Es esto posible?

618°: *Capitán Isidore Caubin*: Cada software tiene su sistema de visualización de triangulaciones utilizadas para los cálculos hidrostáticos, más o menos complejo o "ergonómico".

En el que estamos explicando, esta visualización que realizamos con fines de control, puede hacerse de varias maneras:



Bordes y relleno



Perpendiculares y bordes

**Figura 618.1.1: Triangulación con bordes y relleno y perpendiculares y bordes**

O bien:

1°: "Visualización del elemento / Superficie triangulada", que muestra la triangularización del conjunto del objeto corriente sin tener en cuenta la superficie del líquido.

2°: "Visualización elemento / Superficie mojada triangulada", que muestra la triangularización de la parte sumergida del objeto corriente.

3°: "Visualización elemento / Línea de flotación", que nos muestra los segmentos de triángulos que están presentes a lo largo de la línea de flotación.

619°: *Simbad*: Supongo que tenemos la posibilidad de "decirle" al software lo que queremos...¿No?

620°: *Capitán Isidore Caubin*: Claro está hombre, y el ejemplo que sigue en imágenes te muestra una "Superficie mojada triangulada"

De esta manera podemos visualizar o no "los bordes" de triángulos, el "relleno" de los triángulos o también los "vectores perpendiculares" a estos triángulos.

621°: *Simbad*: Me parece todo muy interesante y veo las posibilidades de cálculo y de visualización que posee un buen software de "Concepción de Buques".

622°: *Capitán Isidore Caubin*: Me alegro de que lo entiendas y de que veas las posibilidades de lo que podemos hacer. Ahora, vamos a ver de manera general, aunque también podríamos hacerlo con el software, cuales son los cálculos que debemos realizar para "montar nuestro proyecto", ya que es a eso a lo que venimos...

623°: *Simbad*: Ud., ya me dijo capitán, que al principio podemos dibujar y calcular las cosas "grosso modo", ya que después iríamos al detalle...¿Es eso lo que me va a explicar?

624°: *Capitán Isidore Caubin*: En realidad es eso más o menos, ya que al principio solo haremos "cálculos en reposo" (hidrostática) y después "cálculos en movimiento" (Hidrodinámica).

Por otro lado y a causa de todo lo que te expliqué sobre "el lenguaje" que deberíamos aplicar para que todos estemos de acuerdo, vamos a ver ciertas abreviaciones que usaremos y en las que todos deberemos estar de acuerdo.

En lecciones anteriores vimos que un flotador en "condiciones ideales", no se mueve y no nos sirve en la realidad para muchas cosas, pero su estudio en esas condiciones "Estáticas" es muy importante para que podamos evaluar sus características generales.

Después ya nos ocuparemos "de darle caña" para que se mueva, como sucederá en la realidad.

Por otro lado la Administración exige que se les den los datos "Hidrostáticos" y también los "Hidrodinámicos".

625º: *Simbad*: Entonces en mis carpetas tendré que poner "en que condiciones" están las cosas que van dentro...¿No?

626º: *Capitán Isidore Caubin*: Exactamente y así tendrás que hablar del "Surcando Mares" y de sus "cálculos en reposo" y de sus "cálculos en movimiento" separadamente.

627º: *Simbad*: ¿Y en que consisten estos cálculos?

628º: *Capitán Isidore Caubin*: El "calculo en reposo" o "calculo hidrostático", permite evaluar las características de un casco y lógicamente de la carena que conlleva, en una posición fija, determinada. El calculo debe basarse en la posición del modelo con relación a la superficie de flotación y para que se vea claro en una "Vista 3D Isométrica". Es decir que para que "lo veamos bien por todas partes" lo colocaremos un "poco torcido", ya que si lo colocamos de perfil es como si lo viéramos en dos dimensiones y no en tres; a eso se le llama "Vista Isométrica"...

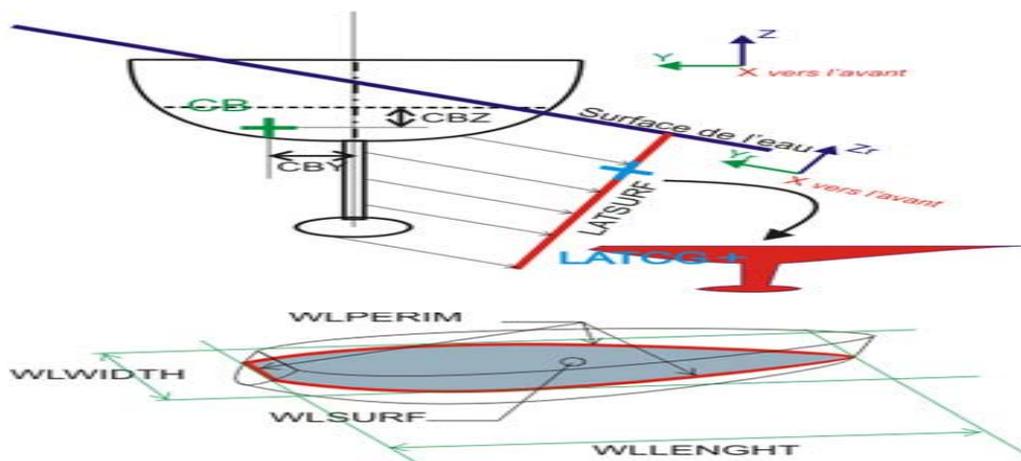


Figura 628.1.1: "Lo que varía" no es el casco sino la línea de agua....



Figura 628.1.2: A la izquierda, waterline con "escora" cero; a la derecha con "escora" de 15º....

Para modificar la posición del calculo será entonces suficiente el "jugar" sobre la "posición de la superficie de flotación". Lo que tienes que pensar es que el casco está en su línea de flotación inmóvil, o en coordenadas absolutas y que cuando queremos por ejemplo que escore, no variaremos la posición del casco si no la inclinación de la línea de flotación: Coordenadas Relativas (Ver figura 628.1.1) Como vamos a hacer cálculos en reposo, tendremos que decir que "por defecto", el cabeceo, balanceo y los movimientos de ariete son iguales a cero.

629º: *Simbad*: ¿Y que determina exactamente un calculo en reposo?

630º: *Capitán Isidore Caubin*: El calculo en reposo determina lo siguiente y tiene como abreviaciones las abreviaciones inglesas que siguen. Para ello he confeccionado una tabla donde figuran los valores y definiciones generales y al lado de estos, las abreviaciones correspondientes, "que vienen del idioma inglés", para que nos entendamos ver la tabla que hemos repetido numerosas veces.

631º: *Simbad*: Ok, capitán...me tendré que hacer a este nuevo vocabulario...

632º: *Capitán Isidore Caubin*: No tienes necesidad de hacerlo más que cuando veas que no tienes más remedio para tus cálculos, en todo caso estas definiciones y abreviaciones te evitarán cometer errores .

633º: *Simbad*: ¿Cometer errores?

Valores y definiciones generales	Abreviaciones
<b>Desplazamiento</b> : Porción sumergida del volumen de carena	VOLUME
<b>Superficie mojada</b> : Superficie externa del objeto en contacto con el agua	WETSURF
<b>Posición</b> : Longitudinal sobre el eje X del Centro de Carena (en coordenadas absolutas)	CBX
<b>Posición</b> : Transversal sobre el eje de las Y del Centro de Carena (en coordenadas absolutas)	CBY
<b>Posición</b> : Vertical sobre el eje de las Z del Centro de Carena (en coordenadas absolutas)	CBZ
<b>Longitud de flotación</b> : Eslora que está en contacto con el agua	WLENGHT
<b>Longitud de la línea de flotación</b> : Perímetro de la superficie de flotación	WLPERIM
<b>Superficie de flotación</b> : Área de la superficie definida por la intersección entre la carena y la superficie del agua	WLSURF
<b>Manga máxima</b> : De la carena en la flotación	WLWIDTH
<b>Superficie lateral anti-deriva</b> : Área de la proyección de la parte mojada del modelo sobre el plan OXZ	LATSURF
<b>Posición</b> : Longitudinal sobre el eje Xr del Centro de Superficie Anti-deriva en las coordenadas relativas a la superficie	LATCGX
<b>Posición</b> : Transversal sobre el eje Yr del Centro de Superficie Anti-deriva en las coordenadas relativas a la superficie	LATCGY
<b>Posición</b> : Vertical sobre el eje Zr del Centro de Superficie Anti-deriva en las coordenadas relativas a la superficie	LATCGZ
<b>Tiro hidrostático en escora</b> : Brazo de palanca del momento de adrizamiento en escora	GZT
<b>Altura Metacéntrica Transversal</b> : (KM)	HZT
<b>Tiro hidrostático en cabeceo</b> : Brazo de palanca del momento de adrizamiento en cabeceo	GZL
<b>Altura Metacéntrica Longitudinal</b> : (KL)	HZL
<b>Tiro hidrostático vertical</b> : Fuerza de tiro hidrostática dada bajo fuerza de una masa m=Fuerza/g	PFM
<b>Longitud total del objeto</b>	LONG
<b>Anchura total del objeto</b> : Incluyendo simetrías	LARG
<b>Altura total del objeto</b>	HAUT
<b>Altura de flotación</b>	TIRANT
<b>Manga máxima</b> : bajo la flotación (Bao Maestro)*	MAXBEAM
<b>Limite a Popa de la flotación</b> : En coordenadas absolutas	XMINFLOT
<b>Limite a Proa de la flotación</b> : En coordenadas absolutas	XMAXFLOT
<b>Posición</b> : Bao maestro (Bajo la flotación)*	POSMAXBEAM
<b>sección Maestra sumergida *</b>	MAXCROSS
<b>Posición</b> : de la sección Maestra *	POSMAXCROSS
<b>Pos.LongitudinalCentro Carena</b> :relativa desde total atrás del objeto	CBXRELTOT
<b>Pos.LongitudinalCentroCarena</b> :relativa a la longitud de flotación desde atrás	CBXRELFLOT
<b>Centro de la Superficie de Flotación</b>	CFX
<b>Pos.LongitudinalCentroFlotación</b> :relativa desde total atrás objeto	CFXRELTOT
<b>Pos.LongitudinalCentroFlotación</b> : relativa a la longitud de flotación desde atrás	CFXRELFLOT
<b>Pos.LongitudinalCentroSupLateral</b> : relativa desde total atrás flotación	CLXRELTOT
<b>Pos.LongitudinalCentroSupLateral</b> : relativa a la longitud de flotación desde atrás	CLXRELFLOT
<b>Coefficiente de bloque</b> : Cb	BLOCCOEF
<b>Coefficiente Prismático</b> : Cp	PRISMCOEF
<b>Coefficiente de relleno de la Superficie de flotación</b> : Cwp	WPCOEF
<b>Coefficiente de sección maestra</b> : Cm	MIDCOEF
Valores correspondientes a las condiciones de calculo	Abreviaciones
<b>Masa</b>	MASSE
<b>Posición longitudinal Centro de Gravedad (Eje X)</b> : Coordenadas absolutas	CGX
<b>Posición Transversal Centro de Gravedad (Eje Y)</b> : Coordenadas absolutas	CGY
<b>Posición Vertical Centro de Gravedad (Eje Z)</b> : Coordenadas absolutas	CGZ
<b>Balaceo</b>	ROULIS
<b>Martineteo (Golpe de ariete Vertical)</b>	PILON
<b>Cabeceo</b>	TANGAGE

634º: *Capitán Isidore Caubin*: En casi todos los libros técnicos españoles, dan formulas, pero para mi no son bastante exactas ó por lo menos digamos que.... "muy mal explicadas"...

Así por ejemplo en lo que concierne los coeficientes (¡Sacado de un libro "prestigioso" español!):

Kb (Coeficiente de bloque):

$Kb = \text{Volumen de la carena} / \text{vol. Prisma rectangular} = V / \text{EsloraxMangaxCalado}$ .

¿Qué eslora?; ¿Qué Manga?; ¿Qué calado?

Nosotros diríamos:

$Cb = \text{VOLUME} / \text{TIRANT} \times \text{WLWIDTH} \times \text{WLENGHT}$

Te ruego revises las definiciones anteriores y verás la diferencia...

635º: *Simbad*: ¡Eso es lo que me ha hecho antes equivocarme cuando me salían 2,8 metros de calado en vez de 0,83 metros!

636º: *Capitán Isidore Caubin*: Exactamente...

637º: *Simbad*: Me parece que esta afirmación le valdrá algunos enemigos en nuestro país...

638º: *Capitán Isidore Caubin*: Serán los profesores "alopécicos prematuros de siempre..."; yo no tengo la culpa de que "los premios Nóbel en materias científicas, estén en Francia, Inglaterra y EEUU..." Lo que te dije antes: ¡Cada uno en su sitio!

639º: *Simbad*: Ya que estamos, ¿Me podría volver a dar todos los coeficientes de nuevo?

640º: *Capitán Isidore Caubin*: Desde luego...¡Ahí van!

$C_{wp} = \frac{WLSURF}{WLENGHT \times WLWIDTH}$  ; es decir: desplazamiento a la flotación / Calado a esa flotación x

Manga máxima carena (en la flotación) x Longitud de la flotación....

$C_m = \frac{MAXCROSS}{MAXBEAM \times TIRANT}$  (mirar definiciones)

$C_p = \frac{VOLUME}{MAXCROSS \times WLENGHT}$  (mirar definiciones)

$C_{wp} = \frac{WLSURF}{WLENGHT \times WLWIDTH}$  (mirar definiciones)

También tienes que saber que:

1º: Los valores de GZT,HZL,GZL,HZL,PFM son calculados teniendo en cuenta los valores de masa y las posiciones del centro de gravedad dadas con "las propiedades" de cada objeto.

2º: Cuando la inclinación dada al modelo es tal que el francobordo esté totalmente sumergido, consideraremos que el modelo, posee un puente recto que cierra la carena para evitar su inundación.

641º: *Simbad*: ¿Y en el caso en que tengamos que calcular con diversos movimientos?

642º: *Capitán Isidore Caubin*: El calculo en "Balanceo" (Escoras), nos permitirá evaluar las características del modelo o conjunto de objetos de nuestro proyecto, en función de los ángulos de escora que imponamos. El objetivo principal de este calculo es el de saber y determinar el "momento de adrizamiento" que va a generar nuestra carena.

643º: *Simbad*: Y este calculo ¿como lo hacemos?

644º: *Capitán Isidore Caubin*: El "calculo de escoras" se puede efectuar de dos maneras diferentes:

1º: Carena "fijada sobre todo movimiento cualquiera que sea", salvo para el movimiento escorante.

En este caso la carena "efectúa a lo largo de todo el calculo", un movimiento de rotación simple alrededor del eje de las X y por cada valor de escora se evalúan las características de la carena.

Este tipo de análisis lo encontramos en la mayoría de los softwares de arquitectura naval.

2º: Carena libre con 2 o 3 grados de libertad.

Este tipo de calculo es el más realista, pero también el más complejo y el más largo en tiempo de calculo y tiene en cuenta de que en "estado escorante", una carena que no sea "puramente cilíndrica", modifica su desplazamiento y su centro de gravedad.

Este tipo de software tal como *HULLCAO 5*, busca para cada valor de escora o de balance, el equilibrio real de la carena.

Este equilibrio como ya hemos visto, corresponde a un "alineamiento" de los centros respectivos de gravedad de carena y del centro de gravedad del casco, así como también a un equilibrio entre el "empuje de Arquímedes" y el "peso" del modelo.

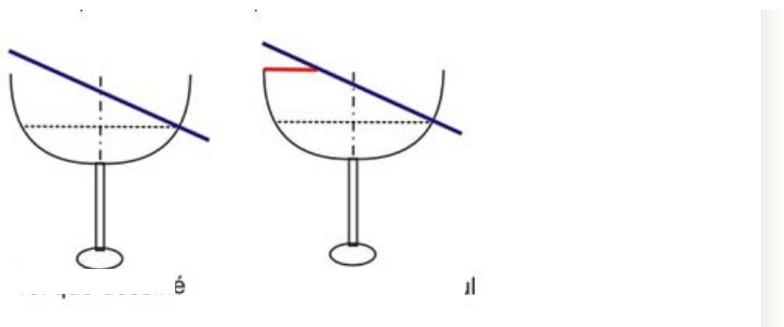


Figura 644.1.1: A la izquierda "Tal como el dibujo"; a la derecha "Considerado para el calculo"

645º: *Simbad*: ¿Y cuales son los datos de base que tenemos que introducir para este calculo?

646º: *Capitán Isidore Caubin*: para realizar este calculo y obtener valores correctos y "explotables", tenemos que tener cuidado en introducir valores correctos para la posición del Centro de Gravedad del modelo que daremos en coordenadas absolutas.

Tendremos que tener en cuenta de que cuando lancemos un calculo dicho "Fijo", solo la posición vertical del centro de gravedad tiene una influencia sobre la curva de "Brazos de palanca de adrizamiento GZ" En calculo dicho "Libre", las posiciones sobre X e Y son indispensables, así como la masa del modelo.

647º: **Simbad:** Ud., capitán me dice que tengo que introducir la "masa del modelo", y hemos visto que este modelo como hemos calculado diferentes objetos que poseen masas diferentes, tendré antes que sumarlas para obtener "la masa total del modelo", ¿Verdad?

648º: **Capitán Isidore Caubin:** No, precisamente esta es una buena característica de un buen software, ya que este, tendrá en cuenta "todos los objetos" con sus masas respectivas y cuando estemos en la ventana "propiedades de cada objeto", podremos, gracias al botón "importar", hacer que el software las tenga en cuenta a todas haciendo una acumulación de las masas de cada objeto.

Cuando el software realiza la "importación de valores", el software realiza un calculo en el que acumula las masas de cada objeto y tiene en cuenta los centros de gravedad y las masas de cada objeto dándonos una masa global y un centro de gravedad final.

En la figura 651.11, se pueden apreciar varias cosas:

A la derecha vemos un eje de coordenadas donde "Z" está en color azul, "Y" en color verde y vemos que debajo está escrito: "X hacia adelante"(en francés). Eso significa las direcciones de cada eje.

649º: **Simbad:** Los resultados de los cálculos nos darán supongo GZ, ¿No?

650º: **Capitán Isidore Caubin:** El software nos dará GZ, ya que es el valor utilizado corrientemente para caracterizar la estabilidad de un buque.

La densidad  $\omega$  se puede parametrizar en el dialogo "configuración de los cálculos", V es el "desplazamiento del modelo".

El momento de adrizamiento Mt puede fácilmente deducirse de estos datos.

Sabemos ya que la posición de H es muy importante ya que ella determina la estabilidad del equilibrio y que si está por debajo de G el equilibrio es inestable

651º: **Simbad:** ¿Cómo calcula el software?

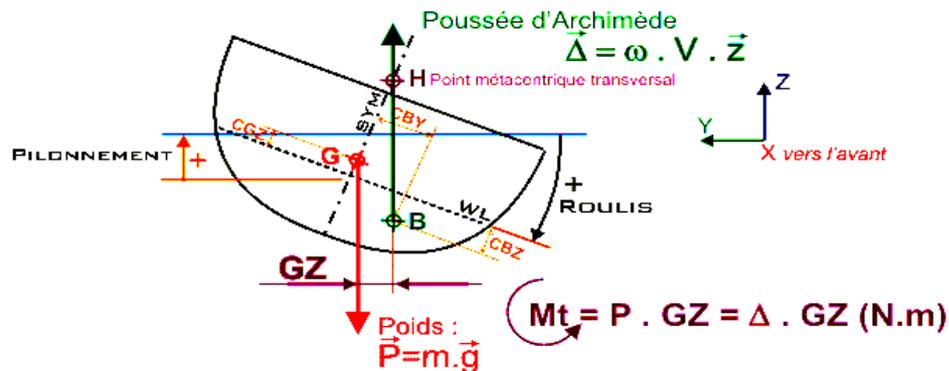


Figura 651.1.1: Los parámetros generales de calculo

652º: **Capitán Isidore Caubin:** El software realiza un análisis "iterativo" cuya "convergencia" esta determinada por los datos que hemos introducido.

Para la "primera posición del análisis", las iteraciones toman como valores iniciales para el efecto "martinete" y "cabezada", la "posición de la superficie" isométrica que hemos definido gracias a la posición de nuestra superficie de flotación: "0º, 15º...etc.", y que veremos variar en esta imagen "isométrica" al mismo tiempo que cambiamos los valores introducidos, lo cual es muy practico para que podamos "visualizar" lo que estamos haciendo.

653º: **Simbad:** Veamos que determinan los cálculos

654º: **Capitán Isidore Caubin:** El calculo de balanceo o de escoramientos, determina los valores siguientes que damos en la tabla que sigue como antes bajo forma de definición y al lado la abreviación de cada cosa.

655º: **Capitán Isidore Caubin:** Ciertamente ya que salen automáticamente en lo que se llama "Rapport de calcul" o "reporte de calculo", que además si entramos en "Personalizar el reporte de calculo" podemos personalizar a nuestro gusto. ("papelito que entregaremos a los de la gorrita").

<i>Valores generales de estabilidad</i>	<i>Abreviación</i>
Valor Maxi. Del brazo de adrizamiento hidrostático GZ	GZMAX
Angulo limite de estabilidad estática	THETA0
Angulo de vuelco estático	THETAS
<i>Valores disponibles para cada ángulo de análisis</i>	
Desplazamiento: Porción sumergida del volumen de carena (dado bajo forma de masa)	VOLUME
Superficie mojada: superficie externa del objeto en contacto con el agua	WETSURF
Posición: Longitudinal, eje X, del centro de carena, coordenadas absolutas	CBX
Posición: Transversal, eje Y, del centro de carena, coordenadas absolutas	CBY
Posición: Vertical, eje Z, del centro de carena, coordenadas absolutas	CBZ
Longitud: de flotación	WLLWNGHT
Longitud: de la línea de flotación = perímetro de la superficie de flotación	WLPERIM
Superficie de flotación: Área de la superficie definida por la intersección entre la carena y la superficie del agua	WLSURF
Manga: máxima de la carena en la flotación	WLWIDTH
Superficie: lateral antideriva o área de la proyección de la parte mojada del modelo sobre plan OXZ	LATSURF
Posición: Longitudinal, eje Xr, del centro de superficie antideriva, coordenadas relativas de la superficie	LATCGX
Posición: Trasversal eje Yr, del centro de superficie antideriva, coordenadas relativas de la superficie	LATCGY
Posición: Vertical, eje Zr, del centro de superficie antideriva, coordenadas relativas de la superficie	LATCGZ
Tirón: hidrostático en balanceo = brazo de palanca del momento de adrizamiento en escora	GZT
Altura: Metacéntrica transversal	HZT
Tirón: hidrostático en cabezada = brazo de palanca del momento de adrizamiento en cabezada	GZL
Altura: metacéntrica longitudinal	HZL
Tirón: hidrostático vertical, dado bajo forma de fuerza de una masa m = Fuerza / g	PFM
Balaceo: Escora...	ROULIS
Martinete: Pantocazo...	PILON
Cabezada: Tangage...	TANGAGE
<i>Valores correspondientes a las condiciones de calculo</i>	
Angulo: De comienzo de análisis	POS1
Angulo: De fin de análisis	POS2
Numero: De posiciones de análisis	NBPOS
análisis: En Pantocazo libre	FREEPILON
análisis: En cabezada libre	FREETANG
Precisión: A obtener sobre el Pantocazo	ACCURP
Precisión: A obtener sobre la Cabezada	ACCURB
Valor: Sobre Pantocazo impuesto	PILON
Valor: Sobre Cabezada impuesto	TANGAGE
Masa	MASSE
Posición: Longitudinal, eje X, del Centro de Gravedad, coordenadas absolutas	CGX
Posición: Transversal, eje Y, del Centro de Gravedad, coordenadas absolutas	CGY
Posición: Vertical, eje Z, del Centro de Gravedad, coordenadas absolutas	CGZ

656°: *Simbad*: Todo esto ha sido muy interesante y me doy cuenta de que "estudiando la forma que tiene de trabajar el software" se me aclaran las ideas para un "trabajo manual"...En realidad, todo consiste en utilizar un vocabulario lógico y una actitud de trabajo disciplinada y cronológica...

657°: *Capitán Isidore Caubin*: Exactamente, pero como verás con Excel solo, no podríamos obtener tantos detalles y ni siquiera podríamos visualizar las hermosas imágenes que conseguimos gracias a un buen software de arquitectura naval...

658°: *Simbad*: No quiero darle a Ud., capitán "más caña", pero ....

659°: *Capitán Isidore Caubin*: Pero...¿Qué, que es lo que tienes en el tintero?

670°: *Simbad*: Nada capitán, lo que pasa es que ahora que pienso...Un buen "vaso de ron", con todas estas escoras, en alta mar, se puede caer y perder ese precioso liquido, en cambio... "Si se tratase de un trimarán o de un catamarán..."

671°: *Capitán Isidore Caubin*: Ya veo por donde andas...Si en vez de un velero "monocasco" quisiéramos un buque "multicasco"...¿Cómo haríamos?

672°: *Simbad*: Exactamente mi capitán, lo que pasa es que ahora que lo pienso, hay algunos de mis compañeros que "se marean con tanto movimiento", en cambio con un catamarán o con un trimarán...

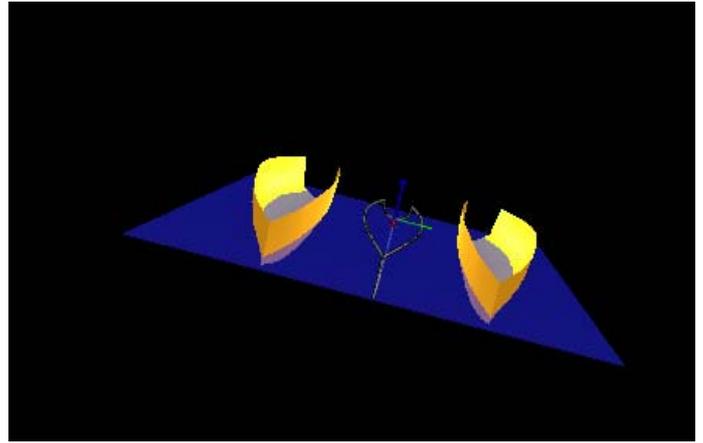
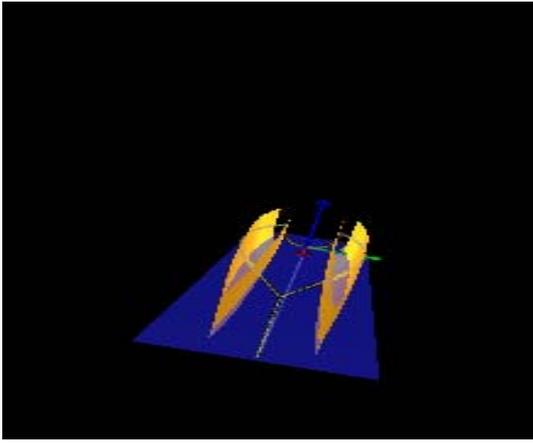
673°: *Capitán Isidore Caubin*: Para obtener un catamarán o un trimarán, con un buen software, no hay problema, mira la figura 674.1.1 y te darás cuenta.

En realidad debemos agregar lo que se llama "agregar superficies disimétricas" y definir las como hicimos antes cuando hablábamos de un solo casco...

Podemos variar la distancia entre los dos flotadores, etc. como hicimos antes ver figura 674.1.1.

Todos los cálculos se harán como antes.

674º: *Simbad*: ¡Esto es fantástico!



*Figura 674.1.1: Los "Flotadores bisimétricos".....*

675º: *Capitán Isidore Caubin*: A condición que los flotadores sean bisimétricos, que un eventual casco central sea simétrico (trimarán), los módulos de calculo del software podrán evaluar el comportamiento del conjunto sobre todos sus movimientos.

Evidentemente, los parámetros de calculo deben estar adaptados antes de lanzarlos, para que trabajemos con hipótesis "*creíbles*" y no hagamos cualquier cosa.

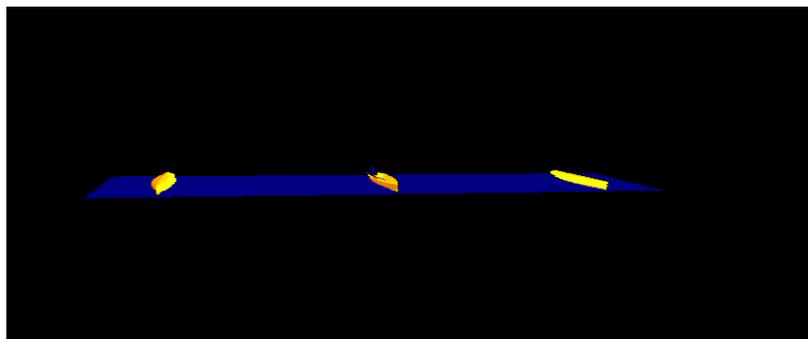
Una escora de 70% en este tipo de buques "*es una estupidez*" y yo te aconsejo que de todas maneras hagas los cálculos superficie por superficie antes de hacerlos sobre el modelo global a fin de ver la calidad de las superficies...

676º: *Simbad*: Si pero...Si ahora yo quiero ver como se comporta un trimarán en medio de la mar con movimientos de cabezada, pantocazos...etc, ¿lo veré o no?

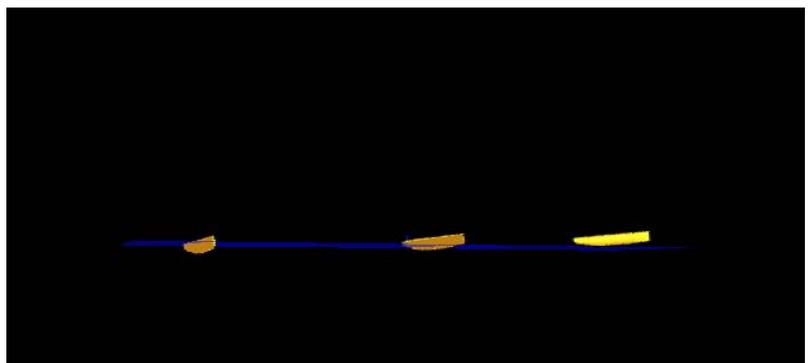
677º: *Capitán Isidore Caubin*: para que lo compruebes, te muestro las figuras que hay más abajo, donde podrás apreciar que puedes.

La primera imagen te muestra un trimarán con ángulos de escora, pantocazos y cabeceos iguales a cero, figura 677.1.1...

La segunda (Figura 677.1.2), tendremos un valor de "*ariete o martinete*", igual  $-0,33$ , un valor de cabezada igual a cero



*Figura 677.1.1: Pantocazos y martinetadas iguales a "cero"*



*Figura 677.1.2: Ariete o martinetazo igual a  $-0,33$*

grados y un valor de escora de 2,11 grados...Como podrás observar, el flotador de babor sobresale del agua y el de estribor se hunde...

En la tercera figura tenemos: "ariete o martinete" igual a  $-2,24$ ; balanceo igual a  $6,32$  grados; cabeceo igual a cero...

En la cuarta, figura 677.1.4: "Ariete o martinete" =  $-4,83$ ; escora =  $9,47$  grados y cabezada = a cero grados...

La ultima figura 677.1.4, la presentamos con triangulación en la superficie mojada para apreciarlo todo mejor...

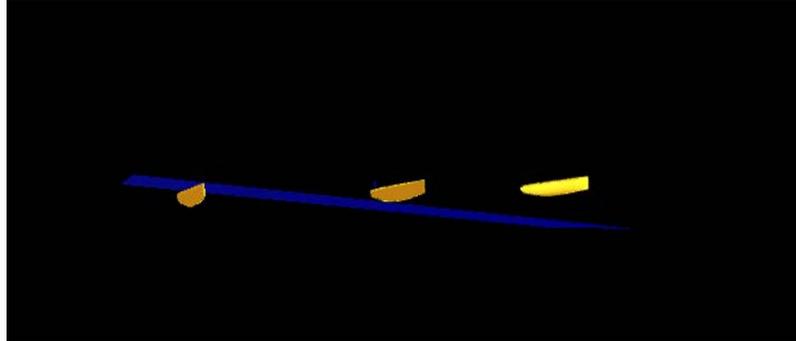


Figura 677.1.3: "ariete o martinete" igual a  $-2,24$ ; balanceo igual a  $6,32$  grados; cabeceo igual a cero...

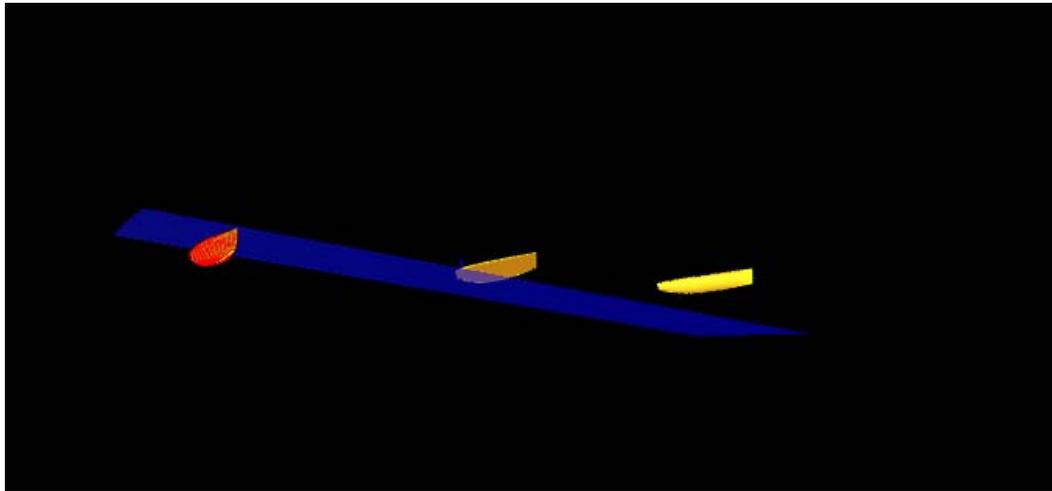


Figura 677.1.4: "Ariete o martinete" =  $-4,83$ ; escora =  $9,47$  grados y cabezada = a cero grados...

Fin de la charla 9ª de construcción naval