

La barra de Sanlúcar y el diseño del gálibo maestro en la obra de Antonio Gaztañeta

por Cayetano Hormaechea Arenaza

Actualizado: 31 marzo 2014¹

Introducción

Antonio de Gaztañeta (1656-1728) tuvo una influencia decisiva en la arquitectura naval del primer tercio del siglo XVIII. Su etapa más fecunda como diseñador naval coincidió con la última fase de la disputa entre Cádiz y Sevilla por hacerse con la cabecera de las flotas de la Carrera de Indias y la sede de la Casa de la Contratación. Sevilla, que en la época era una de las principales ciudades de Europa, tenía a su favor una innegable importancia demográfica, comercial y política así como su buena situación geográfica a salvo de ataques por mar, pero tenía en su contra la existencia de la temida barra de Sanlúcar de Barrameda en la desembocadura del Guadalquivir que limitaba el tonelaje de los buques que podían acceder al interior del río. Por su parte Cádiz era un centro comercial de primer orden, contaba con un magnífico puerto estratégicamente situado en la entrada del Mediterráneo, fácilmente accesible y sin limitaciones de calado pero expuesto a los ataques por mar y difícil de controlar para evitar el contrabando, cosas ambas que suponían un claro inconveniente.

En este contexto, la cuestión técnica del diseño de buques adquirió una importancia crucial ya que el hecho de superar un determinado calado implicaba automáticamente que no podrían pasar la barra de Sanlúcar y se verían forzados a utilizar el puerto de Cádiz. Los partidarios de Sevilla defendían la construcción de buques de poco calado, aptos para el comercio y para la guerra, en tanto que los partidarios de Cádiz propugnaban utilizar grandes buques sin tener que atenerse a estas limitaciones. Detrás de esta pugna había dos tipos de motivaciones: por un lado las de índole político-económica que enfrentaban a los grupos de interés de ambas ciudades y por otro lado las motivaciones de tipo técnico de los que creían que era más racional la utilización de buques grandes, así como su especialización en mercantes y de guerra.

En el primer grupo podríamos situar a Francisco Antonio Garrote que, en 1691, presentó al rey su obra *Recopilación para la Nueva Fábrica de Baxeles Españoles* en la que desarrollaba un proyecto de ordenanza de construcción con medidas para seis órdenes de navíos, aptos para uso de guerra y mercante, que podían superar sin problemas la barra de Sanlúcar. Para trazar el gálibo maestro, Garrote utilizó el método del óvalo que en aquella época era el más adecuado para obtener bajeles de poco calado. No vamos a analizar aquí su obra, que quedó inédita, pero es de sumo interés para el estudioso de la arquitectura naval de la época.²

En el segundo grupo pensamos que se puede situar a Antonio Gaztañeta que era un detractor de la barra de Sanlúcar y sus inconvenientes, lo cual no fue óbice para que en 1712 proyectase buques expresamente destinados a superar tan famoso

¹ La primera edición se publicó el 26 marzo 2013 y fue revisada el 1 abril del mismo año. En la presente actualización se han revisado varios detalles y se ha mejorado la exposición de algunos pasajes.

² Manuscrito conservado en la Biblioteca Nacional. En el año 2008 se publicó una transcripción en formato digital realizada por Juan Carlos Mejías y otros autores.

obstáculo natural. Pero conviene no olvidar que ya en la ordenanza de 1679 el Consejo de Indias reguló la construcción de un galeón de 800 toneladas que era inepto para pasar la barra de Sanlúcar y que, por tanto, significaba un espaldarazo muy importante a la posición de Cádiz como cabeza de las flotas.³ Nosotros no vamos a entrar aquí en las razones que indujeron a Gaztañeta a realizar en 1712 unos proyectos que, en cierta forma, iban en contra de sus convicciones sino que nos vamos a limitar a analizar los diseños en sí mismos. Para seguir las incidencias de la pugna entre Sevilla y Cádiz remitimos al lector a las obras de Albert Girard e Iván Valdez-Bubnov.⁴

Con objeto de entender mejor el problema del calado y lo que significaba el método del óvalo vamos a examinar brevemente cómo se realizaba el trazado de los gálivos en la época de Gaztañeta.

El diseño del gálivo maestro a principios del siglo XVIII ⁵

El siguiente croquis muestra gráficamente las principales dimensiones de una sección transversal y nos ayudará a comprender mejor los problemas asociados al trazado de su gálivo.

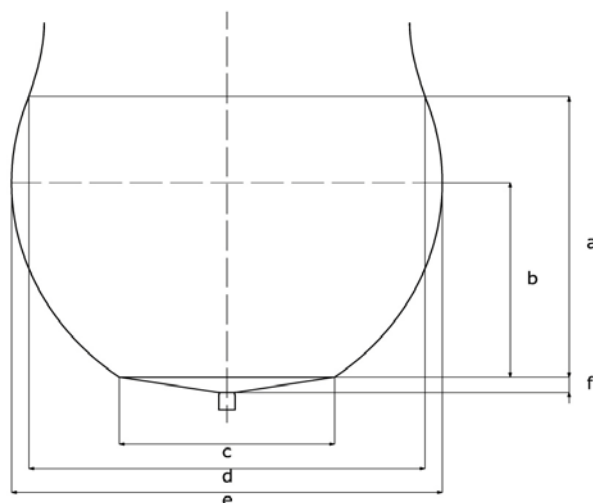


Figura 1 – Principales dimensiones del gálivo maestro: a= Puntal en la cubierta; b= Puntal en lo más ancho o línea de agua; c= Plan; d= Manga en cubierta; e= Manga en lo más ancho o manga máxima; f = Astilla muerta. Para una mejor visualización se han separado exageradamente la cubierta y la línea de lo más ancho. También hemos hecho coincidir el soler con la línea del plan que une los puntos de escoa.

³ Este galeón de 1679 tenía 800 toneladas de arqueó; 9 1/4 codos de puntal; 2/3 codo de astilla y, además, presentaba lo más ancho 1/2 codo más arriba que la cubierta. Es decir que la línea del agua se situaba a unos 10 5/12 codos de la cara alta de la quilla. Si a esto añadimos 5/6 codos de quilla aproximadamente, tenemos un calado de 11 1/4 codos en la cuaderna maestra con lo cual ya no hace falta tomar en cuenta lo que pudiera calar de más a popa para saber que este buque no estaba destinado a pasar la barra de Sanlúcar.

⁴ Albert Girard: *La rivalidad comercial y marítima entre Sevilla y Cádiz hasta finales del siglo XVIII*. (Editorial Renacimiento, 2006).

Iván Valdez Bubnov: *Poder naval y modernización del Estado: política de construcción naval española (siglos XVI-XVIII)*. (Bonilla Artigas, Editores; 2011). Hacemos notar que en el punto relativo a los diseños de Gaztañeta de 1712 este autor sostiene una tesis muy diferente a la que se expone en este trabajo.

⁵ Para una mayor información véase el libro de Cayetano Hormaechea, Isidro Rivera y Manuel Derqui *Los galeones españoles del siglo XVII*. (Associació d'Amics del Museu Marítim de Barcelona, 2013), del que hemos extraído los dibujos de M. Derqui que ilustran este apartado.

A continuación aclararemos el significado de algunos vocablos que, en lo sucesivo, vamos a utilizar con frecuencia.

- *Lo más ancho* y *manga máxima* son sinónimos. Obviamente corresponde a la máxima anchura de la cuaderna maestra por su cara exterior.
- Línea del agua: Gaztañeta llamaba así a la horizontal que se situaba la altura de lo más ancho o manga máxima del bajel. En ella se situaba la línea de flotación a plena carga del buque, es decir el límite a partir del cual podía considerarse que estaba sobrecargado.
- Varengas: Eran unos maderos horizontales que se colocaban atravesados encima de la quilla constituyendo la base de las cuadernas y por tanto el fondo del buque. Su forma generalmente asemejaba una "V" aplastada o muy abierta, de forma que los extremos estaban un poco más altos que el centro.
- Puntos de escoa: eran unos puntos situados en los extremos de las varengas, por su borde inferior, a partir de los cuales empezaba el arco que formaba el costado, es decir los puntos de intersección del arco del costado con el plan.
- Plan: era la longitud de la varenga en línea recta de escoa a escoa. Se representa por un segmento de recta que une dichos puntos. La distancia de esta línea a la cara alta de la quilla era la astilla muerta y solía ser igual a la bragada de la varenga.
- Bragada de la varenga: es el grueso vertical que tiene la varenga en su centro.⁶
- Astilla muerta: Es la distancia vertical que hay entre la cara alta de la quilla y la línea del plan que une los puntos de escoa. Gaztañeta dice que es igual al grueso de los materiales (bragada de la varenga).
- Línea de la astilla: Gaztañeta utiliza esta expresión para referirse a la línea del plan.

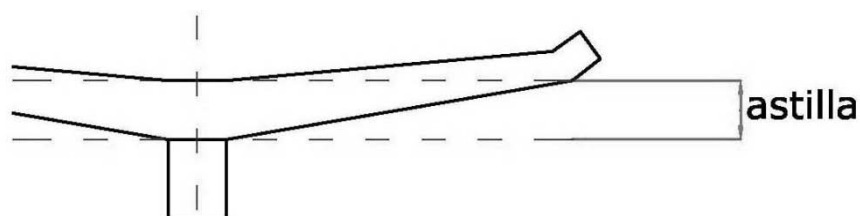


Figura 2 - Croquis de una varenga en la que la astilla, o distancia entre la cara alta de la quilla y el plan, coincide con el grueso de la varenga.

- Soler: es el fondo plano del buque formado por un forro de tablas colocadas encima de las varengas en el sentido de la eslora, es decir paralelas a la quilla. En este trabajo hemos supuesto que el grueso de las tablas del forro interior es despreciable de modo que soler y plan coincidan.
- Puntal: A veces Gaztañeta dice simplemente "puntal", sin más precisión, lo que genera un problema de interpretación ya que con esa expresión se pueden designar distintas alturas: por su parte inferior puede ser medido desde la cara alta

⁶ También se llama alto "a la grúa" por contraposición al grueso "a la línea" que es la distancia entre las caras paralelas que en este caso son las verticales.

de la quilla o desde el soler y, por su parte superior, hasta la línea de de lo más ancho o hasta la cara alta de la cubierta.

- Puntal para arqueo: Era la distancia que había entre el soler y la cara alta de la tablazón de la cubierta principal. Servía para calcular la capacidad de carga del buque en volumen, no en peso. Durante casi todo el siglo XVII era el único puntal que se mencionaba en los documentos y ordenanzas. A finales del XVII se comienzan a utilizar la palabra puntal para medir la altura de la línea de lo más ancho, o la de cubierta a partir de la cara alta de la quilla etc.

Durante el siglo XVII los costados desde el plan hasta la cubierta se trazaban con un arco de circunferencia. Disponiendo de las medidas de manga, plan, puntal en la cubierta y puntal en lo más ancho o altura en la línea de agua,⁷ la obtención geométrica del centro de las circunferencias de los arcos de los costados es sumamente sencilla y se puede hacer entre dos personas con ayuda de un simple cordel.

Durante casi todo este siglo se predefinían las dimensiones a tomar en cuenta para el plan, la manga y el puntal en lo más ancho o línea del agua y el puntal en la cubierta. A partir de ellas se buscaba el centro del arco de los costados, de forma que su radio era una consecuencia de las medidas anteriores.

El centro de la circunferencia para el trazado de los costados se tenía que situar necesariamente a la altura de la línea de lo más ancho o línea del agua. La longitud del radio tiene que ser tal que la circunferencia pase por el extremo de la cubierta y el punto de escoa de la varenga. Este radio, cuya longitud depende de la situación de los puntos citados, generalmente era igual o mayor que media manga.

En la figuras siguientes se representan tres gálíbos que cumplen la condición frecuente en el siglo XVII de: Longitud del plan = Puntal de cubierta sobre el soler = Media manga. En estos gálíbos solamente cambia la altura o puntal en *lo más ancho o línea del agua* y, en consecuencia, la altura de los centros de los arcos de los costados así como sus radios. Recordemos que estamos suponiendo que soler y plan coinciden.

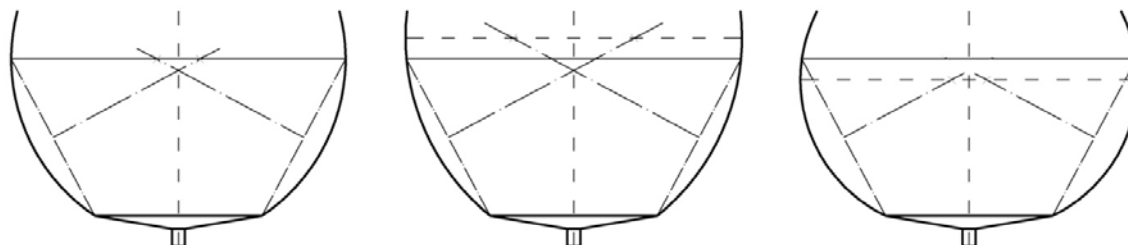


Figura 3 – Obtención del centro del arco del costado en tres situaciones diferentes: 1ª Con la línea de lo más ancho o línea del agua situada a la misma altura que la cubierta; 2ª Ídem. más arriba; 3ª Ídem. más abajo.

En el gálíbo de la izquierda, la línea de lo más ancho está a la misma altura que la cubierta y el radio de los costados, que tiene su centro a la altura de la misma, es más largo que media manga.

El gálíbo del centro presenta la línea de lo más ancho, y por tanto los centros de los arcos, más altos que el nivel de la cubierta, lo que se traduce en un radio de los costados más largo y unas formas más estrechas.

⁷ Utilizamos la expresión "línea del agua" para referirnos a la línea horizontal situada a altura de lo más ancho del buque precisamente porque es así como la designa Gaztañeta.

Por último, el gálibo de la derecha representa el caso en que la línea de lo más ancho está algo más abajo que la cubierta. Esta disposición proporciona unas formas más llenas en la bodega lo que facilita una línea de flotación más baja que la cubierta, lo cual es necesario para alojar artillería en ella.

El método anterior parte de la base de que ya están definidas las dimensiones del plan y del puntal, de las cuales se derivan la longitud del radio del costado que es una consecuencia de ellas. Esta era el caso de las ordenanzas de construcción del siglo XVII. Sin embargo, a finales de dicho siglo, se cambió de procedimiento de forma que a partir de una manga dada, se predeterminaba la longitud del arco de los costados de forma que el puntal y el plan eran una consecuencia. El ejemplo más claro de esta nueva tendencia lo constituye el llamado "método del óvalo".

La forma de trazar el óvalo consistía en utilizar dos circunferencias cuyos radios eran aproximadamente iguales a un tercio de la manga por lo cual sus centros se situaban a un radio de distancia uno del otro. En las intersecciones de las circunferencias se situaban los centros de los arcos que completaban el óvalo, siendo el plan la resultante de unir los puntos en los que el arco cortaba la línea del plan, lo cual da una longitud próxima a media manga.

Este método, tomado de los holandeses, producía buques de puntal corto y amplia bodega aptos para navegar con poco fondo. A igualdad de desplazamiento, conseguía una mayor estabilidad transversal con menos calado. Generalmente iba acompañado de una considerable distancia entre la línea del agua y la cubierta, de forma que la batería artillera quedaba elevada de la superficie del mar. Cuando una batería presentaba esta característica se decía de ella que estaba "floreada".

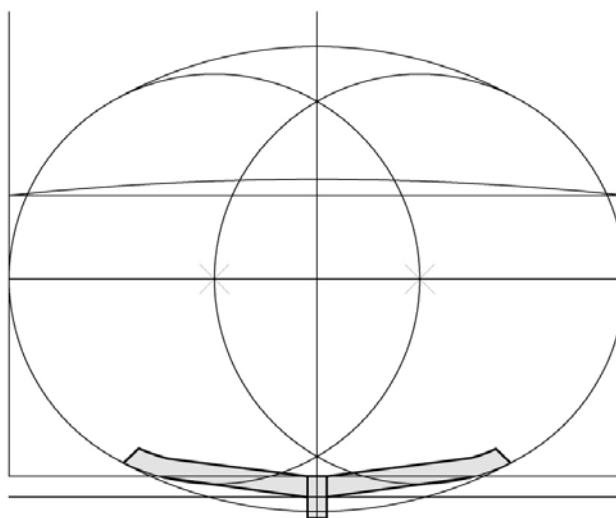


Figura 4 – Trazado del óvalo con un radio del arco de los costados = $\frac{1}{3}$ de la manga.
Copia de un dibujo de Gaztañeta en el *Arte de Fabricar Reales*, fº 62.

La primera noticia que tenemos de la aplicación de este método en España procede de 1685 cuando se ordenó que se utilizase para la construcción de una almiranta en Colindres,⁸ y fue descrito por Gaztañeta en su manuscrito *Arte de fabricar*

⁸ Archivo Untzi Museoa-Museo Naval (San Sebastián), documento C61 E7, de 22 mayo 1685. Carta de Gonzalo Bernardo de Quirós trasladando una orden real para la construcción de una Almiranta en Colindres.

reales, de 1688.⁹ En la época era el método ideal para realizar diseños capaces de superar la barra de Sanlúcar y así lo entendió Garrote que lo utilizó en su *Nueva Fábrica de Baxeles* de 1691.

Para hacernos una idea de la ventaja que suponía este tipo de diseño basta considerar que con el método tradicional, que utilizaba un radio para el trazado del arco de los costados $\geq 1/2$ manga, los mayores buques que se obtenían aptos para pasar la barra eran de 600 toneladas, en tanto que con el método del óvalo, que utilizaba un radio de $1/3$ de la manga, el tonelaje podía rondar las 1.000 toneladas. A principios del siglo XVIII podemos encontrar situaciones intermedias con radios comprendidos entre $1/3$ y $1/2$ de la manga.

En este artículo vamos a analizar los criterios de diseño del gálibo maestro que utilizó Gaztañeta en dos de sus obras fundamentales: *Proposiciones de las medidas arregladas a la construcción de un bajel de 60 codos de quilla...*, de 1712, y *Proporciones de las medidas más esempciales (...) para la fábrica de navíos y fragatas de guerra*, de 1720, en los que encontraremos ejemplos de todas estas situaciones.

***Proposiciones de las medidas arregladas a la construcción de un bajel de 60 codos de quilla...*, de 1712, por A. Gaztañeta.¹⁰**

Introducción

Atendiendo una orden del Rey de 12 de setiembre 1712, Bernardo Tinajero redactó un proyecto, firmado el 15 de enero 1713, para la construcción de diez bajeles y dos pataches en la Habana. El proyecto incluye al final un documento redactado por Gaztañeta con las características y medidas necesarias para la construcción de dos bajeles de 60 y 64 codos de quilla respectivamente y 60 cañones cada uno, documento que lleva por título *Proposiciones de las medidas arregladas para la construcción de un bagel de guerra de sesenta codos de quilla...* que fue redactado en 1712 a juzgar por la fecha que figura en el dibujo de la caja de cuadernas y perfiles de roda y codaste del plano AGI MP Ingenios, 16. El proyecto de Tinajero fue aprobado por un Real Decreto de 27 de junio 1713, aprobándose también el documento con las *Proposiciones...* de Gaztañeta, con lo cual éstas pasaron a tener de hecho el valor normativo de una ordenanza aunque en sentido estricto no lo eran.

En este documento Gaztañeta establece la quilla como referencia principal a partir de la cual han de obtenerse todas las demás medidas. Recordemos que hasta ese momento en España era la manga la dimensión básica a partir de la cual se calculaban las demás.

Las *Proposiciones...* de Gaztañeta tienen una enorme importancia porque, entre otras cosas, son el primer documento español en el que se explica y muestra cómo se confecciona una caja de cuadernas prediseñadas. Sin embargo, analizando el documento en su conjunto se constatan ciertas inconsistencias que merecen la pena ser analizadas para evitar errores de interpretación sobre todo al establecer comparaciones con otros diseños.

Las *Proposiciones...* constan de cuatro partes que es necesario diferenciar para apreciar correctamente su significado:

⁹ Antonio Gaztañeta: *Arte de fabricar reales*. Existe edición facsímil transcrita y comentada. (Barcelona: Editorial Lunweg, edición facsímil comentada, 1992).

¹⁰ AGI, Santo Domingo, 482, folios 35 a 44

- 1) Descripción y medidas del bajel de 60 codos de quilla (fol. 35 a 39).¹¹
- 2) Explicación del trazado del plano en alzado lateral y caja de cuadernas de un bajel de 60 codos de quilla (folios 39 a 43).¹²
- 3) Descripción y medidas del bajel de 64 codos de quilla (fol. 44).¹³
- 4) Detalle de la artillería (fol. 44 vº).

Además, en el AGI hay unos planos relacionados con este documento:

- *AGI - MP, Ingenios, 16* Descripción de la planta de un bajel de 64 codos de quilla.
- *AGI - MP, Ingenios, 17* Descripción de la planta de un bajel de 60 codos de quilla.

De estas cuatro partes, la 1ª y la 3ª, que contienen las medidas, pueden considerarse como normativas, es decir la ordenanza de construcción propiamente dicha, y las otras tres constituyen explicaciones complementarias para el buen entendimiento del diseño. En realidad en el documento la parte que hemos clasificado en primer lugar (fol. 35 a 39) parece que debió de ser redactada después de la que hemos puesto en segundo lugar (fols. 40 a 43). En efecto, hemos llegado a la conclusión de que en el proceso de gestación de este documento se incorporaron elementos realizados en momentos diferentes:

- La parte que parece más antigua es la parte 2ª que explica el trazado del plano en alzado lateral y caja de cuadernas (folios. 39 a 43) de las *Proposiciones* que parece referida al plano *AG MP Ingenios, 17*, o uno similar. Es muy probable que este material o bien está aprovechado de otro proyecto anterior con objeto de ahorrar el trabajo más complejo del informe, o bien es el proyecto original que fue corregido por los datos que se iban como norma en los folios 35 a 39 con objeto de rebajarle el puntal. Esta 2ª parte más antigua la llamaremos *Versión Explicativa* del bajel de 60 cq.
- Posteriormente, Gaztañeta debió de redactar la parte 1ª que contiene las especificaciones para el proyecto de Tinajero ateniéndose sin duda a las instrucciones recibidas entre las que parece debía estar el que los bajeles fuesen capaces de superar sin problemas la barra de Sanlúcar. Estas especificaciones constituyen la ordenanza propiamente dicha para la construcción del bajel de 60 cq y corresponden al texto comprendido en los folios 35 a 39 de las *Proposiciones* que, respecto a la *Versión Explicativa*, rebaja notablemente el puntal en la línea del agua. A esta parte la llamaremos *Versión Normativa* del bajel de 60 cq.
- Finalmente, el autor habría añadido la 3ª parte con las especificaciones para el bajel de 64 codos de quilla que también está trazado con el óvalo, si bien con una diferencia respecto a la parte 1ª a la hora de definir el puntal, que como veremos está tomado sobre el plan y no sobre la cara alta de la quilla.

La consecuencia de lo anterior es que en este documento se describen tres buques netamente diferenciados y no solamente dos como pudiera parecer a primera vista. Es decir que hay dos bajeles de 60 codos de quilla que son muy parecidos, excepto en que tienen diferente puntal y calado, cuya descripción induce a confusión porque da la impresión de que el autor habla de un solo bajel, y un tercer bajel de 64 codos de quilla.

Lo que hace especialmente enojosas estas anomalías es que se presentan precisamente en las dimensiones más delicadas del diseño a efectos del calado, es

¹¹ En adelante nos referiremos a él como bajel de 60 cq *Versión Normativa*.

¹² En adelante nos referiremos a él como bajel de 60 cq *Versión Explicativa*.

¹³ En adelante nos referiremos a él como bajel de 64 cq.

decir el puntal en cubierta y el puntal en lo más ancho o línea de agua, lo que incide decisivamente a la hora de juzgar su aptitud para superar la barra de Sanlúcar. Además, Gaztañeta describe unas veces el puntal medido sobre la cara alta de la quilla, otras desde el soler (en nuestro caso = la línea del plan) y, finalmente, a veces no indica el criterio seguido obligando al lector a deducir por otros métodos la interpretación más probable con el consiguiente riesgo de equivocarse.

Con este panorama no es de extrañar que se encuentren con frecuencia trabajos que incorporan cuadros comparativos de buques en los que se consignan dimensiones de puntal establecidas con distinto criterio como si fuesen directamente comparables lo que necesariamente induce a confusión.

Apuntamos ya desde ahora la diferencia de puntales entre las dos versiones del bajel de 60 codos de quilla, que algunos autores han considerado idénticas:

- La *Versión Explicativa* del bajel de 60 cq (folios 39 a 43) contempla un puntal de la línea de agua sobre la cara alta de la quilla = $8 \frac{1}{4}$ codos, como veremos más adelante.
- La *Versión Normativa* del bajel de 60 cq (fol. 35 a 39) le atribuye un puntal de la línea de agua sobre la cara alta de la quilla = $\frac{1}{9}$ de la quilla = $\frac{1}{3}$ de la manga = $6 \frac{2}{3}$ codos, es decir $1 \frac{7}{12}$ codos menos que la *Versión Explicativa*, lo cual es una diferencia muy significativa.

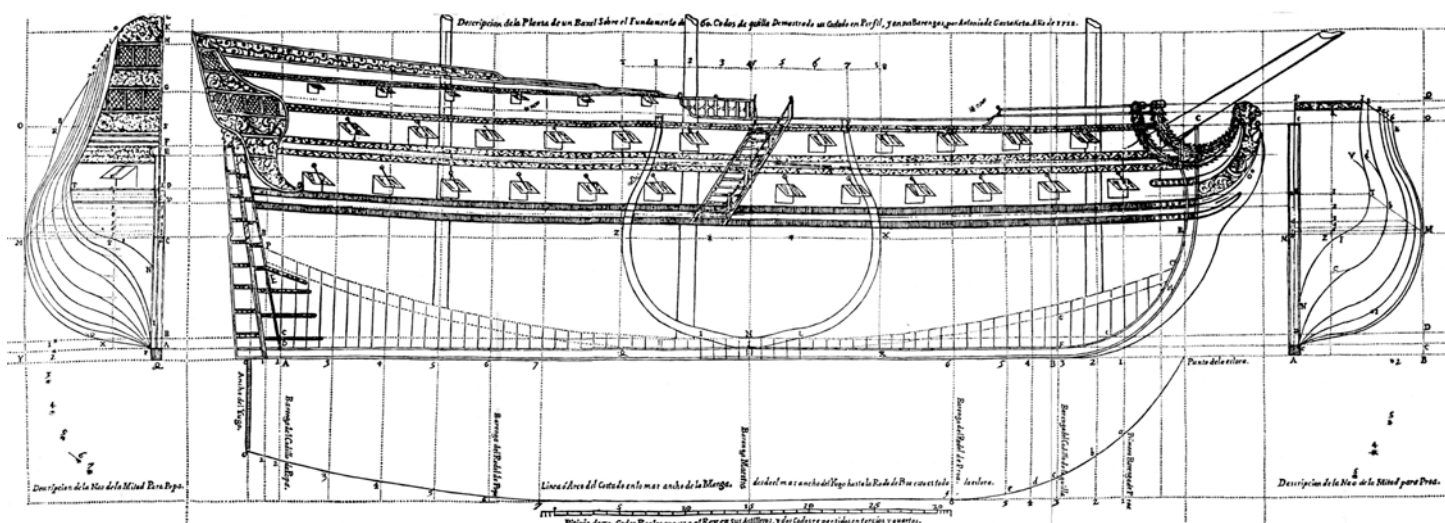


Figura 5 - Plano del un navío 60 codos de quilla - Gaztañeta 1712 - AGI. MP-Ingenios, 17, 17.bis y 17.ter.

Explicación del trazado del plano y construcción del bajel de 60 cq en *Versión Explicativa*.

En los folios 39 a 43 del documento Tinajero-Gaztañeta ¹⁴ aparecen dos apartados: "Explicación de las líneas de la planta" y "Declaración de las barengas", en los que Gaztañeta expone a modo de ejemplo cómo se traza el alzado longitudinal y la

¹⁴ *Planta o proyecto que en virtud de orden de su Magestad ha formado el señor don Bernardo Tinajero de la Escalera, del Consejo de su Magestad, y su secretario en el Real de las Indias y Junta de Guerra de ellas...* de 15 de enero de 1713.

cuaderna maestra de un bajel de 60 cq que nosotros hemos denominado *Versión Explicativa*.

Entre otras cosas encontramos las siguientes medidas que son claves para nuestro propósito de analizar los calados:

1. Puntal en la línea del agua: $7 \frac{1}{2}$ codos (folio 40). Pero no deja claro si es desde el plan o desde la cara alta de la quilla. Un poco más adelante veremos que, examinando el plano *AGI.MP-Ingenios*, 17, se comprueba que tiene que estar medido desde el plan (que en nuestro caso coincide con el soler).
2. Si a este puntal le sumamos el valor de la astilla ($\frac{3}{4}$ de codo) tendremos que el puntal de la línea de agua sobre la cara alta de la quilla es $= 7 \frac{1}{2} + \frac{3}{4} = 8 \frac{1}{4}$ codos.
3. Radio del arco del costado: $7 \frac{1}{2}$ codos (folio 40 vº) aclarando que el arco ha de ser trazado desde la línea de la manga hasta "la línea de la astilla" que es lo mismo que la línea del plan.
4. Manga: 20 codos (folio 40 vº).

Al parecer, las explicaciones que da Gaztañeta para el trazado se refieren al plano *AGI. MP-Ingenios*, 17, (figura 5), o uno similar, del cual reproducimos por separado la cuaderna maestra (figura 6). Las medidas generales de este plano coinciden con las consignadas en las explicaciones anteriores, incluyendo el puntal.

En efecto: midiendo sobre el plano con ayuda de las rayas verticales que hay sobre la quilla, cuya separación representa la distancia de 1 codo, obtenemos los siguientes valores para el puntal:

- Puntal de la línea de agua sobre el plan $= 7 \frac{1}{2}$ codos. Esto nos aclara que la cifra dada por Gaztañeta en el folio 40 se refería al puntal de la línea de agua sobre el plan o línea de la astilla y no sobre la quilla.
- Puntal de la línea de agua sobre la cara alta de la quilla $= 8 \frac{1}{4}$ codos, como ya habíamos adelantado.
- Radio del arco de los costados $= 7 \frac{1}{2}$ codos, que también se corresponde con el valor citado en el texto (folio 40). Este radio, que equivale a $\frac{3}{8}$ de la manga, es intermedio entre el radio del método tradicional ($\geq \frac{1}{2}$ manga) y el radio del método del óvalo ($\frac{1}{3}$ de la manga).

Lo anterior nos confirma que los datos contenidos en las explicaciones de los folios 39 a 44 del documento se corresponden con las dimensiones que se pueden observar en el plano *AGI. MP-Ingenios*, 17.

En el dibujo de la figura 6 el lector podrá comprobar fácilmente cómo el puntal en la línea del agua (ZX) desde el plan es de $7 \frac{1}{2}$ codos y desde la cara alta de la quilla representada por QR son $8 \frac{1}{4}$ codos..

El calado de este bajel sería igual a la suma del puntal de la línea del agua sobre la cara alta de la quilla ($8 \frac{1}{4}$ codos) más el grueso de la quilla propiamente dicha ($\frac{5}{6}$ codo), más $\frac{1}{2}$ codo que podría calar de más la popa que el centro. Es decir, el calado a popa sería $= 8 \frac{1}{4} + \frac{5}{6} + \frac{1}{2} = 9 \frac{7}{12}$ codos.

Todos estos valores son muy superiores a los correspondientes al bajel de 60 cq *Versión Normativa* cuyos datos figuran en los folios 35 a 39 del documento, y que examinaremos a continuación.

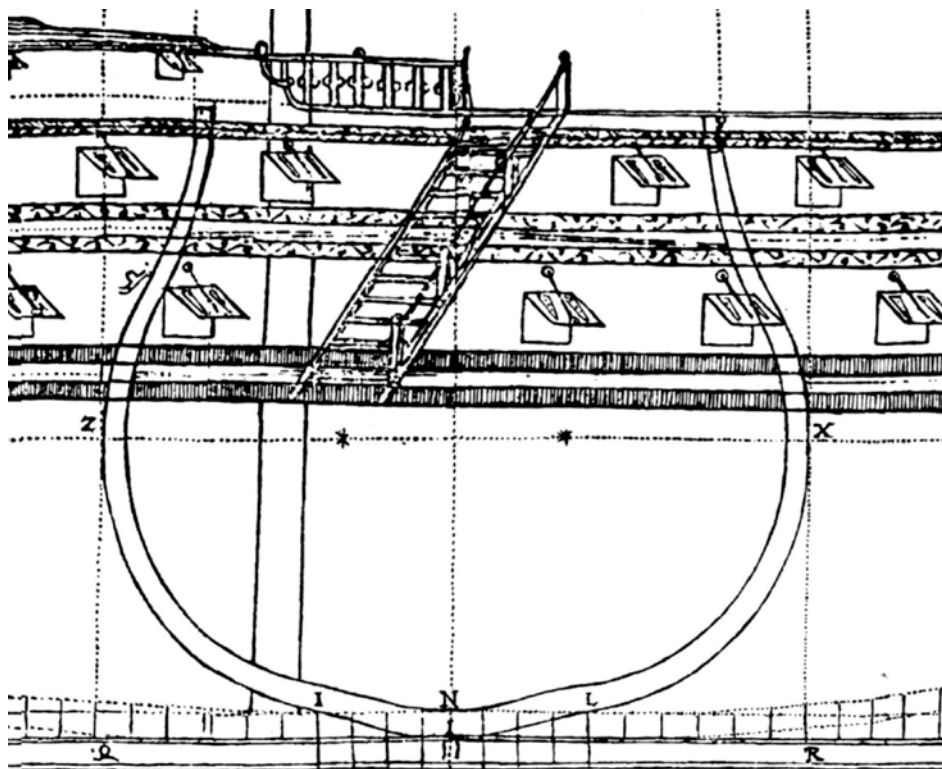


Figura 6 - Recorte del plano AGI. MP-Ingenios, 17 bis representando un bajel de 60 codos de quilla, que nosotros utilizamos para ilustrar la *Versión Explicativa* del bajel de 60 codos de quilla de las *Proposiciones*. Los trazos verticales que hay sobre la quilla están separados 1 codo, por lo que nos pueden servir de "petipié". Hacemos notar que los centros de los arcos de los costados, representados por un asterisco sobre la línea de agua, están mal situados en el dibujo ya que el radio utilizado en el trazado es de $7 \frac{1}{2}$ codos y si tomásemos como centro los asteriscos el radio sería menor de 7 codos.

El bajel de 60 codos de quilla, según los datos de ordenanza consignados en los folios 35 a 39 del documento, es decir en *Versión Normativa*.

Las medidas de este bajel que afectan al gálibo maestro y que figuran en la parte normativa del documento *Proposiciones...* (folios 35 al 39) son las siguientes:

- Quilla = 60 codos
- Eslora = 72 codos
- Manga = $\frac{1}{3}$ de la quilla = 20 codos
- Puntal en la línea de agua = $\frac{1}{9}$ de la quilla = $\frac{1}{3}$ de la manga = $6 \frac{2}{3}$ codos medidos desde la cara alta de la quilla.
- Puntal en la cubierta = $8 \frac{1}{2}$ codos medidos desde la cara alta de la quilla.
- Plan = $\frac{1}{9}$ de la quilla = 8 codos. (*Esto es incorrecto*).¹⁵
- Astilla muerta = grueso de la varenga = $\frac{3}{4}$ de codo.
- Arco o brusca de cubierta para que corra el agua = $\frac{1}{3}$ codo.

¹⁵ Esto es un lapsus en la descripción porque 8 codos son la novena parte de la eslora, no de la quilla, pero no altera nuestro estudio. Sin embargo esto muestra que Gaztañeta a veces escribía de memoria y no repasó debidamente el manuscrito.

- Arqueo = 800 toneladas. (Folio 44).

De las cuales nosotros deduciremos otra que vamos a necesitar en nuestra exposicion, y que es el puntal en la línea del agua medido desde el plan: Para ello tomaremos el puntal en la cara alta de la quilla y le restaremos la astilla muerta que es igual a la bragada de la varenga, es decir:

- Puntal en la línea del agua medido desde el plan = $(6 \frac{2}{3} - \frac{3}{4}) = 5 \frac{11}{12}$ codos

Ahora vamos a intentar establecer la interpretación gráfica de este bajel, es decir el de la *Versión Normativa*, ya que hemos visto cómo el plano *AGI. MP-Ingenios*,¹⁷ no se adapta a estas dimensiones de puntal. Para lograrlo vamos a proceder a dibujar la cuaderna maestra ateniéndonos estrictamente al procedimiento que explica el propio Gaztañeta en el apartado titulado *Declaración de las varengas*, folios 40 y siguientes, pero cambiando los valores de puntal en la cubierta y puntal en la línea del agua por los que figuran en la *Versión Normativa*. Es decir que tomaremos $6 \frac{2}{3}$ codos para el puntal de la línea del agua sobre la cara alta de la quilla y determinaremos los correspondientes radios de los arcos de los costados que corresponden a ese puntal y que podemos anticipar no serán la tercera parte de la manga como preconiza el método del óvalo.

Siguiendo el procedimiento citado formaremos un cuadrado con el lado igual a la manga. Sobre la línea de base, que corresponde a la cara baja de la quilla, trazaremos dos paralelas: la primera $\frac{5}{6}$ de codo más arriba, es decir a nivel de la cara alta de la quilla, y la segunda a nivel del plan es decir $\frac{3}{4}$ de codo más arriba que la cara alta de la quilla.

A partir de la cara alta de la quilla (punto M) trazamos la perpendicular en el centro del cuadrado y sobre ella tomamos la altura de $6 \frac{2}{3}$ codos ($\frac{1}{9}$ de la quilla) que corresponde a línea de agua según la parte normativa del documento (folios 35 a 39), altura a la que tiramos la horizontal XZ que representa la línea del agua o de lo más ancho donde necesariamente han de situarse los centros de los arcos de los costados.¹⁶

Ahora hemos de trazar los arcos de los costados. Recordamos que el puntal sobre la cara alta de la quilla es igual a $\frac{1}{3}$ de la manga ($6 \frac{2}{3}$ codos) y que esa medida del tercio de la manga es la que teóricamente le correspondería al radio del costado en el método del óvalo. Intentamos realizar el dibujo en esas condiciones y resulta que un radio de $6 \frac{2}{3}$ aplicado al trazado de los costados nos lleva a obtener un plan de 12 codos, cuando Gaztañeta da la cifra de 8 codos para el plan. Además el arco del costado corta claramente la línea del plan en vez de ser tangente a ella.

En consecuencia se hace evidente que hemos de aplicar otro criterio más lógico en lo que se refiere al radio de los costados para completar el trazado y que dé como resultado un plan próximo a los 8 codos. Para ello utilizaremos en el mismo dibujo el puntal de la línea del agua medido desde el plan, es decir $5 \frac{11}{12}$ codos.

Lo expresamos en el gálbo representado en la figura nº 7 en el que podemos observar, entre otras cosas, que se obtiene un plan de 9 codos aproximadamente, cuando el mismo Gaztañeta especifica que el plan debía de tener 8 codos, aun así es una aproximación mejor que la anterior que nos permite continuar con nuestro

¹⁶ Esto es así debido a motivos geométricos y puede expresarse al revés: lo más ancho se sitúa necesariamente a la altura de la línea donde se encuentran los centros de trazado de los arcos.

razonamiento. Pero es que, además, presenta la debilidad de que el radio de los costados es inferior a $1/3$ de la manga.

Salta a la vista que este gálibo es proporcionalmente mucho más aplanado que el que corresponde a la *Versión Explicativa*, representado por el plano *AGI MP*, *Ingenios*, 17, que hemos reproducido en la figura 6. Nos falta ahora calcular el calado que obtendremos sumando el puntal de la línea de agua sobre la cara alta de la quilla, el grueso de la quilla y $1/2$ codo que puede calar de más la popa. Es decir que el calado a popa sería $= 6 \frac{2}{3} + \frac{5}{6} + \frac{1}{2} = 8$ codos.

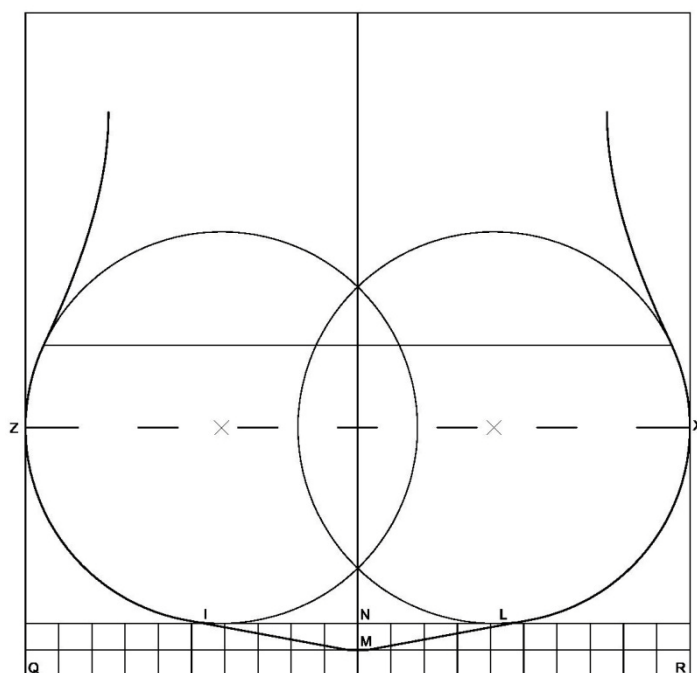


Figura 7 - Gálibo del bajel de 60 cq, *Versión Normativa*, es decir con las medidas que aparecen en el folio 35 de las *Proposiciones...* de Gaztañeta de 1712. Según lo dispuesto en el documento, el puntal de la línea del agua, de $6 \frac{2}{3}$ codos, está medido sobre la cara alta de la quilla, o sea el punto M. Obsérvese que, al ser el radio de los costados inferior a $1/3$ de la manga, los centros de las circunferencias están a más de un radio de distancia el uno del otro.

Hacemos notar que es probable que Gaztañeta hubiese sufrido un lapsus al decir que el puntal de $6 \frac{3}{4}$ codos de línea de agua fuese medido desde la cara alta de la quilla y no desde el plan.¹⁷ Exploraremos a continuación esta posibilidad y comprobaremos qué gálibo se obtendría si la diésemos por buena, tomando el puntal desde el plan.

En primer lugar vemos que parece más lógico que ese valor corresponda al puntal medido desde la línea del plan (punto N), en cuyo caso el costado podría haberse trazado con un radio $= 1/3$ de la manga, formando el óvalo genuino. La consecuencia final hubiese sido que el calado total en la popa hubiese sido $3/4$ de codo más (altura de la astilla): $8 + 3/4 = 8 \frac{3}{4}$ codos.

En la figura 8 trazamos este gálibo que, aunque es hipotético, tiene a su favor el hecho de que está formado con el óvalo ortodoxo (radio $= 1/3$ de la manga) y se asemeja mucho más al del bajel de 64 cq que, en principio, es una versión más grande del

¹⁷ No sería el único lapsus de la obra. Ya hemos visto cómo confunde eslora con quilla cuando dice: "Plan (...) aquí nos lo da la novena parte de la quilla, ocho codos" (folio 35 vº).

mismo diseño como veremos un poco más adelante. Obsérvese que, en la citada figura 8, los centros de las circunferencias están a un radio de distancia el uno del otro, tal como el mismo Gaztañeta describió gráficamente el método del óvalo en su obra *Arte de Fabricar Reales*, descripción gráfica que hemos reproducido en la figura 4. También encontramos que, en la *Versión Explicativa* del bajel de 60 cq, comprobada sobre el plano *AGI . MP-Ingenios, 17*, el propio Gaztañeta mide el puntal de la línea del agua desde el plan y no desde la cara alta de la quilla

En nuestra opinión, todo esto confirma de forma suficiente la hipótesis del lapsus sugerido más arriba ya que, además, lo más lógico es que los dos bajeles, el de 60 cq (en sus dos versiones) y el de 64 cq fuesen descritos con los mismos criterios. En el apartado siguiente, dedicado al bajel de 64 codos de quilla, veremos cómo el dibujo que hizo el propio Gaztaneta de este bajel está realizando tomando el puntal desde el plan y construyendo el óvalo con un radio de los costados igual a 1/3 de la manga.

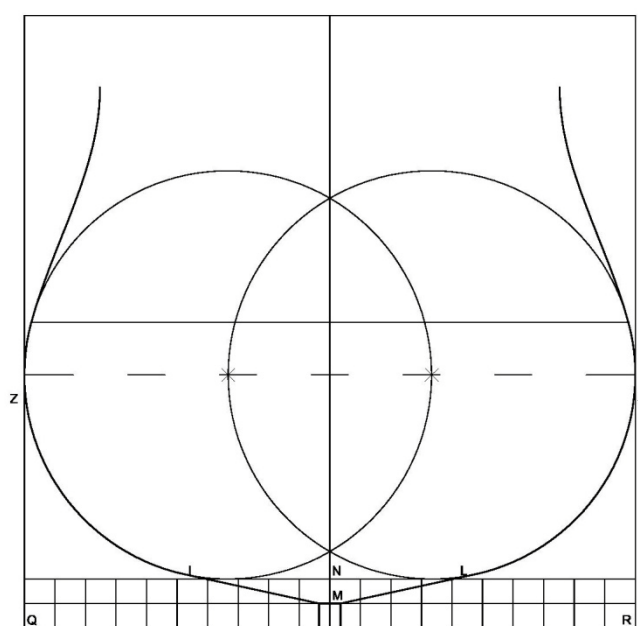


Figura 8 - Gálbo del bajel de 60 cq, de 1712, *Versión Normativa*, pero tomando el puntal de la línea del agua (XZ) de $6 \frac{2}{3}$ codos desde el plan (punto N) en vez de la cara alta de la quilla (punto M).

El bajel de 64 codos de quilla

Este bajel, descrito en el folio 44 de las *Proposiciones...*, está representado en el plano AGI MP Ingenios 16, fechado en 1712, en el que se representa la caja de cuadernas, los perfiles de la roda y el codaste, así como el diseño de la cuaderna maestra, todo ello acompañado de un "pitipié". En el texto se especifican, entre otras, las siguientes medidas:

- Quilla = 64 codos
- Eslora = $76 \frac{2}{3}$ codos
- Manga = $21 \frac{1}{3}$ codos
- Puntal en la línea del agua = $7 \frac{1}{3}$ codos
- Puntal en la cubierta = 9 codos
- Plan = $8 \frac{2}{3}$ codos
- Astilla muerta = Grueso de la varenga = $\frac{3}{4}$ de codo.

– Arqueo = 963 toneladas.

El texto no dice desde dónde se han de tomar las medidas de los puntales, pero en el plano correspondiente AGI - MP, Ingenios, 16 - *Descripción de la planta de un bajel sobre el fundamento de 64 codos de quilla*, de 1712, esos valores para el puntal en la línea de agua y el puntal en cubierta, corresponden a los que se obtienen midiéndolo desde el plan (ver figura nº 9). En el mismo dibujo comprobamos que el radio de trazado de los costados es prácticamente 1/3 de la manga, es decir que forma el óvalo ortodoxo.

Calcularemos el calado del bajel partiendo del puntal sobre el plan, cuyo dato tenemos ($7 \frac{1}{3}$ codos), al que sumaremos la altura o peralto de la quilla ($\frac{5}{6}$ codo), el valor de la astilla ($\frac{3}{4}$ codo) y $\frac{1}{2}$ codo adicional por lo que puede calar de más en la popa que en el centro. Es decir calado = $7 \frac{1}{3} + \frac{5}{6} + \frac{3}{4} + \frac{1}{2} = 9 \frac{5}{12}$ codos.

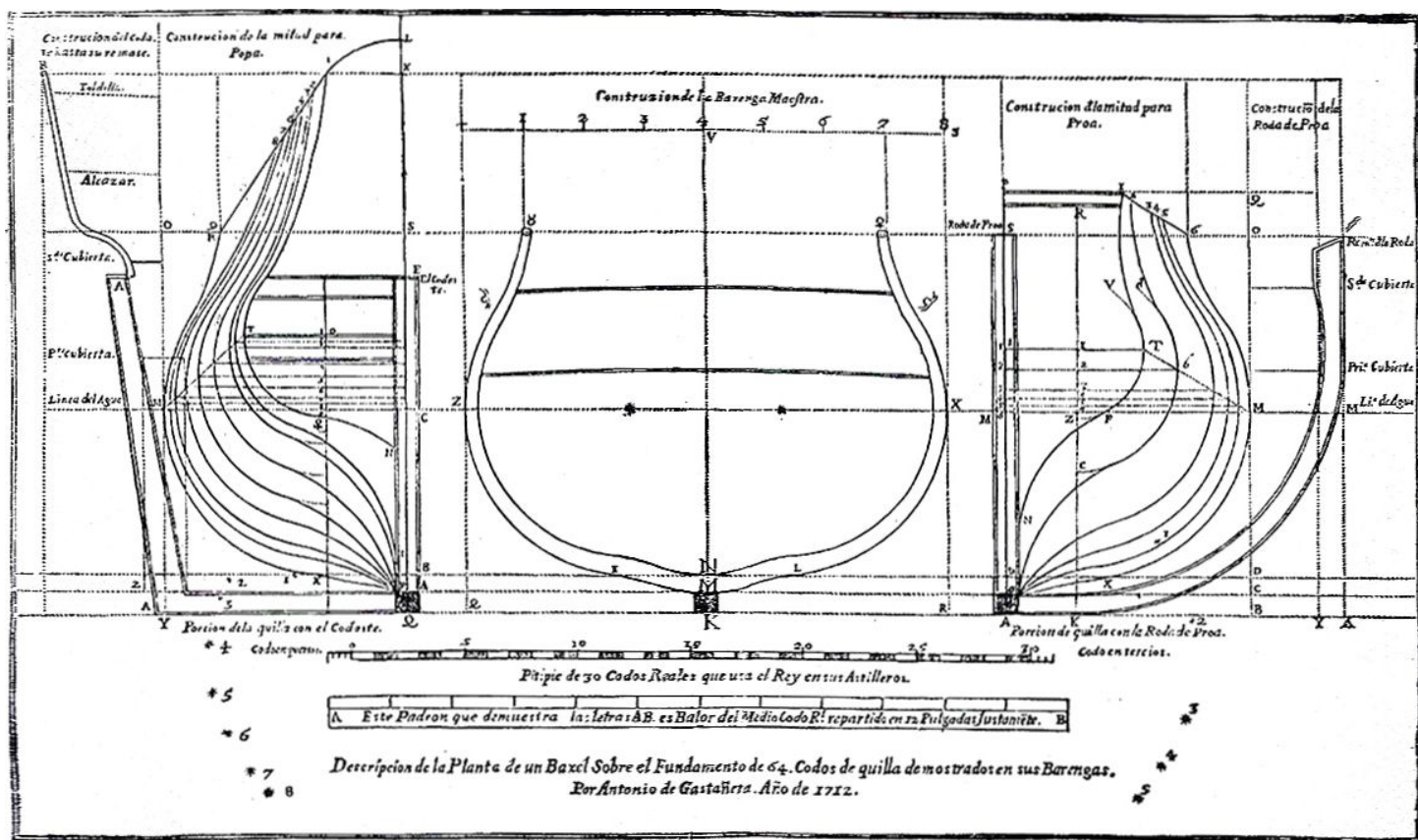


Figura 9 - Planta del bajel de 64 cq, AGI - MP Ingenios, 16, de 1712. Con ayuda del "petipié" se puede comprobar que los puntales establecidos por Gaztañeta están referidos al plan y no a la cara alta de la quilla.

Este segundo bajel, aunque algo mayor que el de 60 cq, tenía las mismas proporciones de eslora, quilla y manga que éste. Quizá la característica que más puede diferenciar este bajel del de 60 cq es la distancia entre portas ya que, al tener más eslora para el mismo número de cañones, la chaza es un poco mayor. Es probable que estuviese pensado para montar piezas de 24 libras de bala, aunque el texto no lo dice expresamente. Sin embargo, en su descripción Gaztañeta desliza una frase enigmática que tendría sentido en dicho contexto: "... no sé qué razón ay se le quiten a este bagel tres portas más de cada banda, pues sus distancias son bastantemente suficientes..."

En cualquier caso, esta frase revela que el proyecto debió de ser revisado por terceras personas antes de su aceptación y publicación, lo cual es coherente con la disparidad de medidas que se observan en la *versiones normativa y explicativa* del bajel de 60 cq y que ya hemos comentado ampliamente con anterioridad.

Comparación de los calados de los bajeles de 60 cq y 64 cq con el tirante de agua de la barra de Sanlúcar.

Según Iván Valdez-Bubnov,¹⁸ Pedro Fernández de Navarrete realizó un sondeo de la barra de Sanlúcar el 16 de agosto de 1702 e informó al Consejo el 22 de octubre en el sentido de que en el primer tercio de la marea creciente podía pasar un buque de hasta 8 codos de calado, en el segundo tercio uno de 10 codos de calado y en marea alta uno de 11 1/2 codos. Según el mismo autor, en las cifras de Navarrete no se había deducido el margen de seguridad de al menos 1 1/2 codos, lo que significaría que el calado máximo admisible en condiciones de seguridad sería de 10 codos en marea alta. Esta cifra coincide con el criterio utilizado en una real cédula de 1628 que prohibía fabricar naos para Indias de más de 550 toneladas, lo que equivale a un galeón de 17 codos de manga según la Ordenanza de 1618, con un calado aproximado de 10 codos.¹⁹ Por esta razón lo tomaremos como referencia con preferencia a otros sondeos de cuyos datos disponemos. A tener en cuenta que desde el siglo XVI se han vertido toda clase de opiniones sobre el tirante de agua en la barra, como por ejemplo la de Juan de Cardona que, en una carta al rey en 1589, afirmaba que en la barra "hay doce codos pasados de agua".²⁰ Posteriormente, en el siglo XVII, la barra de Sanlúcar fue sondeada en varias ocasiones con resultados diversos según que el responsable del sondeo fuese partidario de Sevilla o de Cádiz.

Naturalmente, este criterio es orientativo porque para pasar la barra, además de marea alta, era necesario disponer de luz diurna y viento favorable. Dado lo estrecho del canal practicable, si las condiciones no eran óptimas, existía el riesgo de derivar hacia aguas menos profundas lo que exigía la máxima prudencia a la hora de diseñar los buques y fijar los límites a su calado.

Lo anterior no es óbice para que podamos encontrar noticias de barcos con un calado de 12 codos o incluso superior que, aprovechando las mareas vivas, habían pasado la barra sin percances. Lo que no sabemos es el riesgo real que corrieron y lo cerca que pudieron estar de un accidente. En cambio, lo que sí sabemos es que ya en 1575, Escalante de Mendoza avisaba de que no debía de intentarse el paso de la barra con menos de 5/6 de la profundidad del agua en pleamar,²¹ y también sabemos que un gran número de barcos de todos los calados se perdieron en la famosa barra incluso en condiciones teóricamente favorables para cruzarla.

Comparando esta cifra de calado máximo aconsejable (10codos) con los calados en la popa de cada uno de los tipos de bajel aquí examinados tenemos los siguientes márgenes:

- Bajel de 60 cq *Versión Explicativa* = $10 - 9 \frac{7}{12} = 5 \frac{1}{12}$ codo.

¹⁸ Iván Valdez-Bubnov: *Poder naval y modernización del Estado: política de construcción naval española (siglos XVI-XVIII)*, página 132.

¹⁹ Cayetano Hormaechea, Isidro Rivera y Manuel Derqui: *Los galeones españoles del siglo XVII*, Tomo I, página 103. Por otra parte, la propia ordenanza de 1618 en su artículo 104 establecía que los buques que se fabricasen para las flotas debían de ser de 18 codos de manga para abajo lo que, a la vista de la disposición de 1628, hay que interpretar como un máximo de 17 codos.

²⁰ AGS Guerra Antigua, legajo 245, folio 11 - Memoria de los 12 galeones de Juan de Cardona, 1589.

²¹ Escalante de Mendoza: *Itinerario de Navegación de las Tierras y Mares Occidentales*, p. 27

- Bajel de 60 cq *Versión Normativa* = $10 - 8 = 2$ codos (midiendo el puntal desde la quilla)
- Bajel de 60 cq *Versión Normativa* = $10 - 8 \frac{3}{4} = 1 \frac{1}{4}$ codos (midiendo el puntal desde el plan)
- Bajel de 64 cq = $10 - 9 \frac{5}{12} = 7/12$ codo.

Artillería

En los folios 37 vº y 38 de las *Proposiciones* Gaztañeta detalla la disposición de las portas de la artillería en el bajel de 60cq:

- En la primera andana 13 portas por banda, de $1 \frac{1}{2}$ codos de ancho las 2 primeras y las 2 últimas, siendo las 9 portas restantes de $1 \frac{1}{3}$ codos de ancho. La altura de todas ellas será de $1 \frac{1}{4}$ codos.
- En la segunda batería 12 portas por banda de $1 \frac{1}{4}$ codo en cuadro
- En el alcázar 5 o 6 portas por banda, de $\frac{3}{4}$ codo en cuadro.

Esto hace un total de 30 ó 31 portas por banda, según se pongan 5 ó 6 por banda en el alcázar, es decir 60 ó 62 piezas en total..

En el folio 44 vº de las *Proposiciones* Gaztañeta detalla la artillería que ha de montar el bajel de 64 cq.

- En la primera andana, 26 cañones (13 por banda) de 18 libras de bala.
- En la segunda andana, 24 cañones (13 por banda) de 12 libras de bala.
- En el alcázar, 10 cañones (5 por banda) de 8 libras de bala.

O sea 60 cañones en total, igual que en el caso anterior, y no hace mención de las piezas de 24 libras de bala, a pesar de que este bajel, al tener más eslora que el de 60 cq, tiene las chazas mayores por lo que sería lógico pensar que podría haberse tenido en cuenta la posibilidad de montar piezas de ese calibre.

Conclusiones

De lo anterior obtenemos las siguientes conclusiones:

1ª - Las *Proposiciones* son inconsistentes entre el desarrollo de las explicaciones contenidas en el apartado *Declaración de las Varengas* para un bajel de 60 cq, que hemos designado como *Versión Explicativa* y las especificaciones consignadas en su parte normativa para el bajel de 60 cq, que hemos designado como *Versión Normativa*. Entre otras cosas, los puntales aparecen medidos con distinto criterio: En la *Versión Explicativa* desde el plan y en la *Versión Normativa* desde la cara alta de la quilla (Aunque esto probablemente fue debido a un lapsus, tal como hemos tratado de demostrar). Además, el puntal de la *Versión Explicativa* es mucho mayor que en la *Versión Normativa*. Se trata pues de dos barcos muy diferentes aunque ambos estén amparados por la descripción "bajel de 60 codos de quilla".

2ª - Esta anomalía no tendría explicación salvo si suponemos que Gaztañeta realizó un "collage" de distintos textos: Por una parte las explicaciones dedicadas al plano *AGI. MP-Ingenios*, 17 u otro similar (*Versión Explicativa* del bajel 60 cq) y por otra parte las especificaciones iniciales que constituyen la ordenanza propiamente dicha (*Versión Normativa* del bajel de 60 cq). Lo que no sabemos es a qué proyecto correspondía la *Versión Explicativa*, es decir si procedía de un trabajo anterior o si se trata de una

primera versión de las *Proposiciones* que no fue aceptada tal cual y debió de ser corregida mediante el añadido de la *Versión Normativa*.

3ª - En lo que se refiere a la capacidad de estos bajeles para superar la barra de Sanlúcar comprobamos que los tres eran aptos siempre que no se sobrecargasen por encima de lo más ancho, es decir la línea del agua:

- El más apto era el bajel de 60 cq en su *Versión Normativa*, es decir el que se deriva de las dimensiones dictadas en el fol. 35, con un margen de 2 codos. A notar que si medimos el puntal desde el plan, como creemos que debería hacerse, en vez de la quilla ese margen se reduce a 1 1/4 codos.
- El segundo en aptitud era el bajel de 64 cq, con un margen de 1 1/12 codos.
- El menos apto sería el bajel de 60 cq en su *Versión Explicativa*, es decir la representada por el plano *AGI. MP-Ingenios, 17*, con un margen que no llega a 1/2 codo.

A la vista de lo anterior podemos decir que los tres bajeles estudiados eran aptos para superar la barra sin problemas. Esto es así muy especialmente para el bajel 60 cq en su *Versión Normativa* y el bajel de 64 cq, trazados ambos con el método del óvalo, ya que disponían de un margen de más de 1 codo.²² En palabras del mismo Gaztañeta: "...serán unos bajeles de grande aguante, carga, y buen gobierno, y nada perezosos en caminar, y de poca agua." (fol. 44 de las *Proposiciones*...).

Con este margen, estos dos bajeles incluso podían ser sobrecargados hundiendo la línea de lo más ancho debajo del agua más de medio codo, ya que la cubierta estaba bastante más alta que lo más ancho y no había riesgo de que el agua entrase por los imbornales. La sobrecarga estaba prohibida pero era una práctica habitual en la Carrera de Indias, tanto en los mercantes como en los galeones o naos de armada, por lo que no sería de extrañar que implícitamente estuviese presente en el ánimo de los redactores del proyecto, aunque no lo citasen en ningún momento.

4ª - No sabemos con certeza a qué se debió el hecho de que en un momento en que Cádiz era cabecera de las flotas se hiciese un proyecto que tomaba en cuenta las limitaciones de la barra de Sanlúcar. Quizás no fuese ajeno a esto el hecho de que el asentista para la construcción de los 10 bajeles iba a ser López Pintado, acérrimo partidario de la causa sevillana. También pudo deberse a que en aquellos momentos se pensaba que Sevilla podía salir finalmente vencedora en su pugna con Cádiz. En cualquier caso el hecho demostrable es que tanto el bajel de 60 cq como el de 64 cq eran perfectamente aptos para superar la barra.

Proporciones de las Medidas más Essempriales dadas por el Theniente General de la Armada Real del Mar Océano Don Antonio Gaztañeta, de Orden del Rey nuestro Señor para la Fábrica de Navíos y Fragatas de Guerra...— 1720.²³

²² Esto contradice la opinión expresada por algunos autores en el sentido de que el bajel de 60 cq, que podría estar representado por el plano *AGI. Mapas, Ingenios y Muestras 17*, estaba diseñado para pasar la barra en tanto que el de 64 cq no podía hacerlo y se vería forzado a tener Cádiz como base. Véase Valdez-Bubnov, Iván: *Poder naval y modernización del Estado: política de construcción naval española (siglos XVI-XVIII)*. (México: Bonilla Artigas Editores, 2011).

²³ Editado en Madrid por Phelipe Alonso en 1720. En el Museo Naval de Madrid existen un manuscrito con la referencia Ms Doc. 18, fols. 91 a 102, con el título "*Proporciones de las medidas las más essenciales que se consideran para construir un Bajel de Guerra de deve*

En 1720, a instancias de una Real Orden, Gaztañeta redactó unas instrucciones de construcción que, mediante una cédula real de 13 de mayo de 1721, se impusieron como obligatorias en todos los astilleros de España y América.

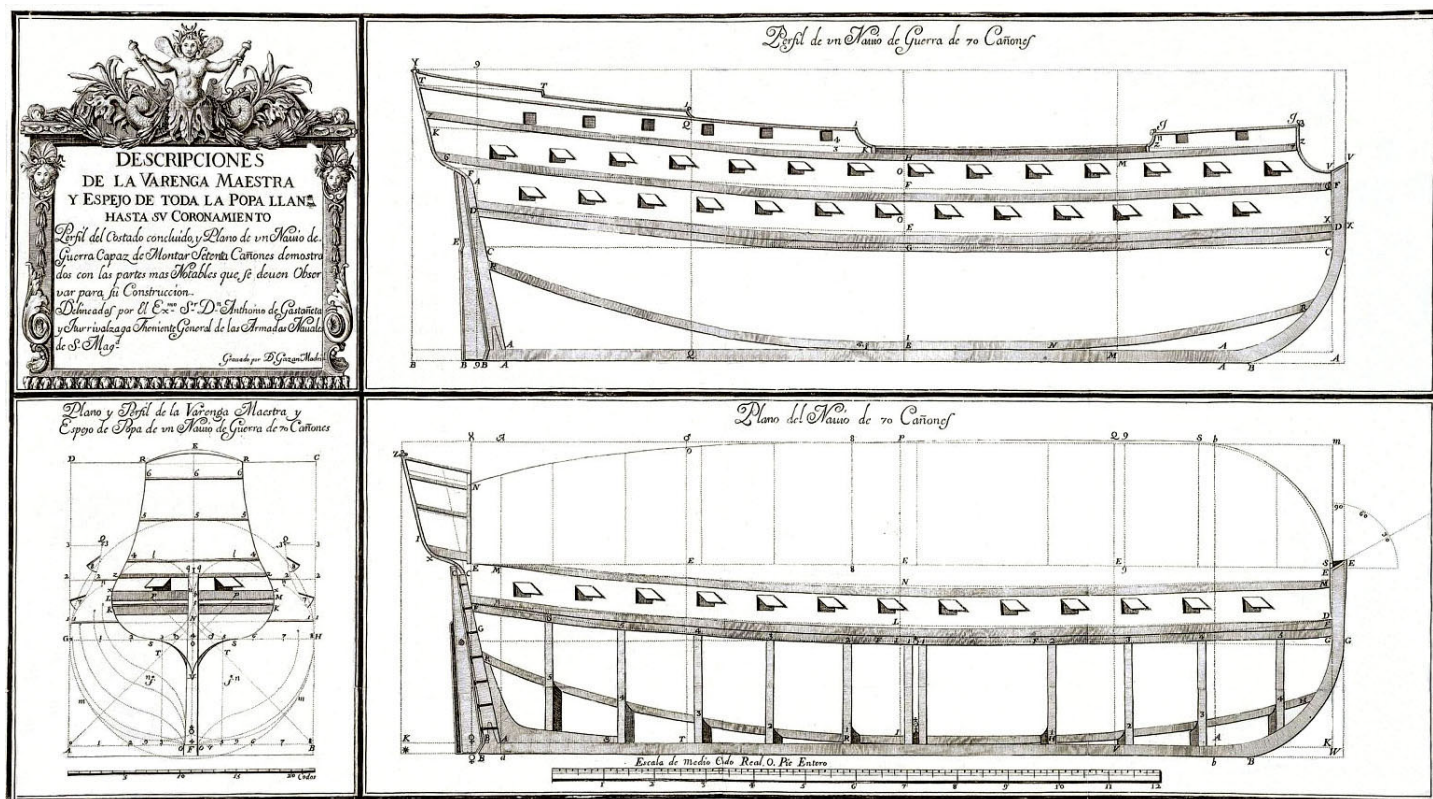


Figura 10 – Antonio de Gaztañeta: "Perfil de un navío de guerra de 70 cañones" en *Proporciones de las medidas mas essemppciales...*, Imprenta de Phelipe Alonso – Madrid 1720.

Obsérvese la gran diferencia de trazado y proporciones de la cuaderna maestra en comparación con la del bajel de 64 cq de 1712 reproducida en la figura 9..

En el prólogo de esta obra, firmada el 21 de septiembre de 1720, Gaztañeta declara la conveniencia de diferenciar claramente los diseños mercantes de los de guerra que han de tener tres codos de quilla más. A imitación de la práctica francesa, establece que la eslora debe ser la medida inicial básica a determinar en primer lugar y de la cual han de desprenderse la quilla y la manga. Esta novedad se debía a que la eslora se obtenía a partir del número de cañones que en aquel momento era el criterio utilizado para clasificar los buques. A partir de ahí el trabajo se estructura en varios apartados:

- Descripción extensa de todas las medidas y proporciones del *baxel* de 70 cañones que era considerado el navío de guerra por antonomasia que podía servir de referencia para todos los demás. Comienza aclarando que el número de cañones y la distancia entre portas (chaza) son los datos de partida que determinan la eslora del buque, de la que deduce $1/6$ para los lanzamientos y obtiene la longitud de la quilla. Dividiendo la quilla por 3 obtiene la manga, a partir de la cual calcula el puntal y todas las demás

montar setenta cañones de veinte y cuatro libras de vala en la primera cubierta o batería..." que es prácticamente idéntico al ejemplar impreso por Phelipe Alonso. Este manuscrito, citado por Iván Valdez-Bubnov en *Poder naval y modernización del Estado...*, no tiene fecha ni firma y parece que es una copia del ejemplar impreso ya que coniene algunos errores que así lo hacen suponer, como el haber omitido un trozo de frase o haber cambiado algunas palabras por otras poco adecuadas al sentido del texto. Tampoco la caligrafía parece pertenecer a Gaztañeta.

proporciones como se había hecho tradicionalmente. Este apartado no contiene información sobre los materiales, información que da al final del trabajo.

- Detalle de las medidas principales de cuatro *baxeles* de guerra, de 70, 80, 60 y 50 cañones, y fragatas de 40, 30, 20 y 10 cañones acompañándolas de una tabla resumen.
- Explicación del trazado y construcción de la varenga maestra y la popa llana.
- Explicación del método práctico para trazar el plano de un *baxel* de 70 cañones.
- Explicación del plano de un *baxel* de guerra de 70 cañones.
- Explicación de las medidas de las principales piezas que forman un *baxel* de 70 cañones.
- Finalmente incluye el perfil y el plano de un navío de 70 cañones.

El conjunto de este trabajo es de un valor inestimable para conocer cómo era la construcción naval entre 1720 y 1730, es decir la época de oro del sistema tradicional español. Desaparecido Gaztañeta en 1728, la arquitectura naval española inició una nueva etapa de la mano de Autrán, Boyer, Aizpurúa, etc. adoptando diversas novedades de influencia francesa, tanto de diseño como constructivas.

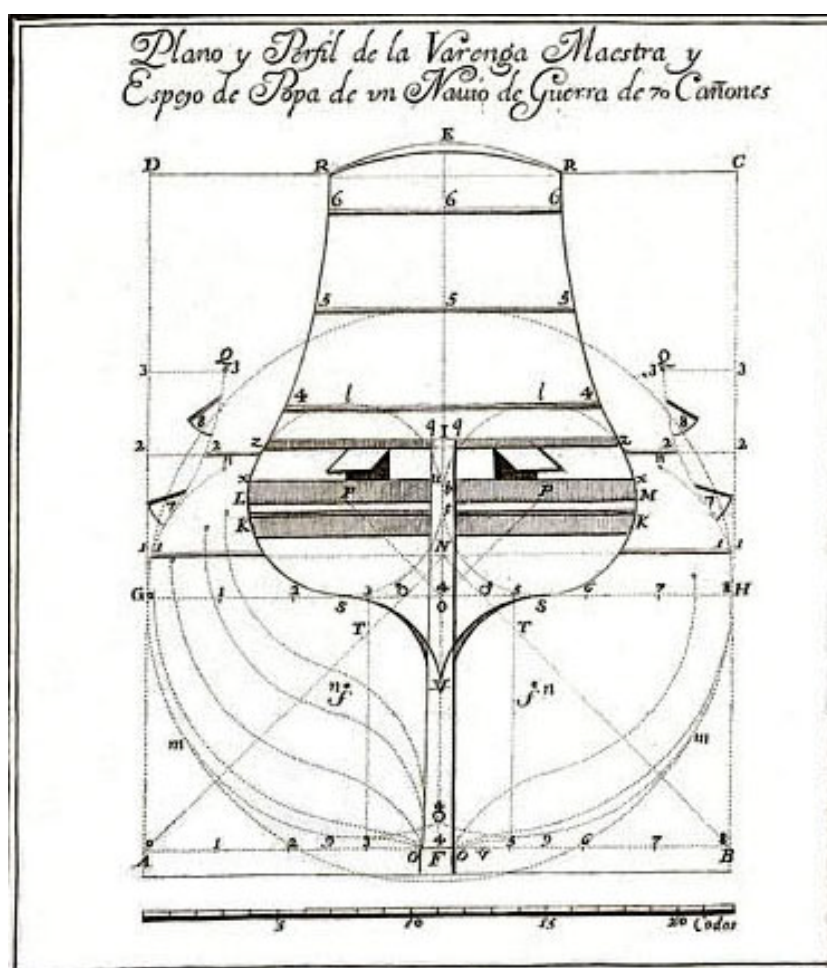


Figura 11 - Recorte del plano incluido en *Proporciones de las medidas más esempciales...*

Obsérvese la gran diferencia de trazado y proporciones de la cuaderna maestra en comparación con la del bajel de 64 cq de 1712.

Si comparamos el bajel de 60 cañones y 63 1/3 codos de quilla que figura en esta ordenanza de 1720 con el descrito en las *Proposiciones de las medidas arregladas...* de 1712, de 60 cañones y 64 codos de quilla, vemos que tienen unas medidas muy similares excepto en lo que concierne al puntal que es muy diferente.

En efecto, Gaztañeta consigna para el bajel de 60 cañones, de 1720, los siguientes valores:

- Eslora = 76
- Quilla = $63 \frac{1}{3}$
- Manga = $21 \frac{1}{8}$
- Astilla muerta en varenga maestra = $\frac{1}{3}$ codo
- Puntal riguroso sobre el plano de la quilla (de quilla a cubierta) = $10 \frac{9}{16}$ codos.
- Alto de la línea de agua desde el plano de la quilla = $9 \frac{1}{3}$ codos.
- Puntal con que se deberá arquear (de soler a cubierta) = $9 \frac{1}{2}$ codos
- Alto de la línea de agua desde el plano de la quilla = $9 \frac{1}{3}$ codos.
- "Agua que pesca" (calado a plena carga) ²⁴ = $10 \frac{7}{12}$
- Toneladas de arqueo = $990 \frac{1}{4}$

Entre otros datos Gaztañeta nos da calculada "el agua que pesca" (calado) este bajel de 60 cañones cifrándola en $10 \frac{7}{12}$ codos. Esto significa que el bajel en cuestión no estaba diseñado para pasar la barra de Sanlúcar sino pensado directamente para utilizar el puerto de Cádiz.

Naturalmente, los bajeles de 70 y 80 cañones tenían más calado: $10 \frac{3}{4}$ y $11 \frac{3}{4}$ codos respectivamente con lo que quedaban igualmente imposibilitados de entrar en el Guadalquivir. En cambio, el bajel de 50 cañones, el más pequeño de los 4 que propone, tiene unas dimensiones mucho menores, 448 toneladas de arqueo y solamente $8 \frac{2}{3}$ codos de calado, lo que sí le permitía pasar la barra de Sanlúcar sin problemas. Iba armado con piezas de 18 libras en vez de 24.

Artillería:

En los folios 8 vº y 9 de las *Proposiciones* de 1720 Gaztañeta detalla el reparto de sus 60 piezas de artillería por andanas para cuando sirva en el Océano de la siguiente forma:

- Primera batería: 24 cañones (12 por banda) de 24 libras de bala.
- Segunda batería: 26 cañones (13 por banda) de 12 libras.
- Alcázar y castillo: 10 cañones (5 por banda) de 6 libras.

Para viaje largo, este bajel se equipaba con cañones de 18 libras de bala en la primera cubierta en vez de los de 24 libras.

Hay que hacer notar que este bajel monta 12 cañones por banda en la primera cubierta, frente a 13 que monta el bajel de 64 cq de 1712, por lo que la chaza es sensiblemente mayor, lo que evidentemente facilitaría el manejo de las piezas de 24 libras.

Conclusiones

- 1ª - La similitud de medidas longitudinales y transversales, así como el hecho de tener el mismo número de piezas artilleras, nos pueden hacer creer que el bajel de 60 cañones de 1720 y el de 64 codos de quilla de 1712 sean buques equivalentes, pero el parecido es parcial y engañoso porque las dimensiones verticales (puntal y calado) que hemos visto, así como el diseño de la cuaderna maestra, nos muestran que se trata de dos buques netamente diferentes, aunque algunos autores los hayan considerado como semejantes.

²⁴ El concepto de plena carga se refería a aquella que hacía que la línea de flotación coincidiese con "lo más ancho" del buque a lo que Gaztañeta también llamaba "línea del agua".

- 2ª - El bajel de 64 cq y 60 cañones, de 1712, trazado con el método del óvalo, estaba diseñado para poder pasar la barra de Sanlúcar y no es evidente que estuviese previsto dotarlo de artillería de 24 libras ya que en su descripción no se cita expresamente. En cambio el bajel de 60 cañones de 1720 está proyectado ex-profeso para montar piezas de 24 libras y su gálibo está diseñado de forma que tiene un calado que lo hace inepto para superar la barra de Sanlúcar, lo que significa una apuesta clara por la causa de Cádiz.

* * *