

Las Carabelas de Colón: Su diseño y reconstrucción

Juan José Prieto¹; Leopoldo Gorostiza.

¹Dpto. de Ingeniería Mecánica, Minera y Energética.
Escuela Superior de Ingeniería – Universidad de Huelva.
Campus de la Rábida, Palos de la Frontera, Huelva, España.
e-mail: juan.prieto@dimme.uhu.es mailto:juan.prieto@dimme.uhu.es
mailto:juan.prieto@dimme.uhu.es

Resumen: *El objeto de este trabajo consiste en sacar a la luz el mérito de los artesanos y expertos en la construcción de navíos como las Carabelas en el siglo XV. En una época en la que no se usaban planos, experimentados artesanos con el conocimiento de algunas fórmulas básicas conseguían construir navíos capaces de acometer empresas tales como el descubrimiento de América. La comprensión de los mecanismos de construcción de la época, y el análisis de los fallidos intentos de reconstrucción modernos, nos aleja de la idea de subestimar los métodos de diseño y trabajos medievales. A la vez, sacan a la luz elementos indispensables en el modelo de diseño para la reconstrucción de las carabelas, basado íntegramente en las técnicas primitivas y respetando lo más fielmente posible la coincidencia con los acontecimientos que fueron reales en su tiempo.*

Palabras claves: *construcción naval, trabajos medievales, carabelas, artesanos, unidades, normas constructivas, arqueos.*

Title: *Columbus' Carabelas. Design and reconstruction*

Abstract: *The purpose of this work is to bring to light the merit of artisans and experts in shipbuilding, as the Caravels in the fifteenth century. In a time, with no planes of boats, experienced craftsmen with the knowledge of some basic formulas managed to build ships capable of undertaking enterprises, such as the discovery of America. Compression of construction machineries of this period, and analysis of the failed attempts of modern reconstruction, takes us away from the idea of underestimating the design methods and medieval works. At the same time, we reveal indispensable elements in the design model for the reconstruction of the caravels, based entirely on the primitive techniques and respecting as closely as possible the coincidence with the events that were real in his time.*

Key words: *Shipbuilding, medieval works, Caravels, craftsmen, units, construction standards, tonnages.*

Tipo de artículo: original

Fecha de recepción: 4 de mayo de 2015

Fecha de aceptación: 3 de diciembre de 2015

1. Las Carabelas: Modelos iconográficos del siglo XVI

Entre los varios tipos de bajeles que los musulmanes introdujeron en el Mediterráneo, uno fue la bagra o bagala, buque largo y estrecho con dos o tres mástiles con vela latina, un único castillo en popa (el alcázar), la proa baja para la maniobra de la vela latina y la popa plana. De este vocablo, bagala, deriva el término bajel y, también es probable, el de carabela. Se adaptaron bien al Mediterráneo y a las costas europeas sur-atlánticas, y fueron muy utilizadas por los marinos del Al Ándalus. Cuando los cristianos expandieron su dominio, la ahora llamada carabela, se utilizó ampliamente para la pesca y el cabotaje.

Al ser más estrecha y fina que la nao, su capacidad de carga era inferior. Esto suponía una desventaja; sin embargo, esa misma finura le confería mayor velocidad y maniobrabilidad y el aparejo latino la hacía insuperable navegando contra el viento. Por ello, ni la carabela desplaza a la nao, ni ésta a la carabela. Por sus cualidades, los portugueses la utilizaron para sus descubrimientos y, también por ello, los castellanos la usaron para explorar el Nuevo Mundo.

La carabela pierde protagonismo con la Carrera de Indias, que utiliza vientos de popa, y donde las grandes bodegas de las naos eran una ventaja. No obstante, no desaparecieron, sino que asumieron las labores auxiliares de las flotas.

Para determinar la forma de las carabelas, hay que recurrir a la iconografía de la época. En este sentido, no se han considerado los barcos propios del Mediterráneo, como el recogido en el grabado de la Oceánica Clasis o la Coca de Mataró, ya que presentan soluciones formales y técnicas muy diferentes a las de los buques que surcaron por el Atlántico.

En este artículo se parte de iconografías de la época mayoritariamente portuguesas, debido a que los portugueses representaron un mayor número de carabelas que los españoles. Sin duda, las utilizaron en mayor cuantía, ya que, en la ruta de La Mina (Guinea), regresaban con viento de proa y las carabelas eran indispensables.



Figura 1. Carabela portuguesa navegando de empopada.



Figura 2. Carabela portuguesa navegando de través.

En las Figuras 1 y 2, dos carabelas latinas portuguesas navegan, la primera de empopada y la segunda de través, y presentan las características típicas de las mismas: Proa baja, poco arrufo, alcázar de popa y tres mástiles con velas latinas. El palo más a proa era el mayor, detrás el mesana y más a popa el contramesana. Las dos carabelas están copiadas de un mismo cuadro del Siglo XVI, y son de ese período. La de la Figura 1 solo muestra dos palos, ya que era corriente desmontar la contramesana cuando se navegaba con viento de popa.

El cuadro narra una batalla y las dos carabelas llevan pavesadas en proa y popa. Cuando se fletaban para la guerra, se decía que “iban de armada”, de ahí la expresión “Carabela de armada”. Algunos autores han defendido que las carabelas de armada eran diferentes poseyendo una amurada sobre una cubierta auxiliar; sin embargo, las pavesadas eran simplemente un parapeto para protegerse de las armas arrojadas.

Las dos carabelas, por las pavesadas, presentan bastante puntal, un alcázar alto y una roda bastante curvada. El pintor no era un experto y está claro que dibujó las carabelas cuando estaban en seco, en el astillero, y las plantó sobre las aguas sin sumergirlas. A pesar de esos defectos, indican claramente las líneas de las carabelas, aunque lo hacen mejor las dos carabelas de la Figura 3; que provienen de un portulano portugués de las costas de Brasil.

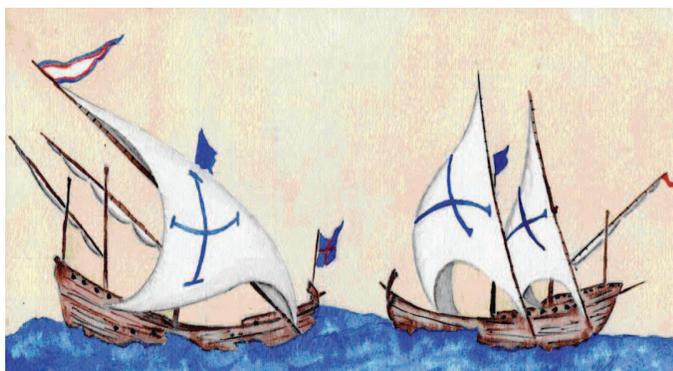


Figura 3. Carabelas de un portulano portugués.

El cuadro de la Figura 3 está fechado en 1519 y se encuentra en la Biblioteca Nacional de París. Los buques están bien dibujados y, a diferencia de las anteriores, estos realmente navegan. Se aprecia su escaso francobordo, su larga eslora y su alcázar bien proporcionado. La carabela de la izquierda, navega con viento de través y, al ser un viento fresco, sólo porta la mayor. La de la derecha, navega viento en popa, (como en la Figura 1), y lleva arriada la contramesana para que no quite viento a las dos velas más grandes.

Por último, la Figura 4 presenta una carabela copiada de la famosa carta o planisferio de Piri Reis, (Museo Topkapi, Estambul), datado en 1513. Muestra una de las cinco pequeñas carabelas de dos palos, con un alcázar corto, que no llega al palo mayor. Esas figuras condensan lo mejor de la iconografía de la época, por lo que deberían constituir una de las bases para cualquier reproducción de las carabelas Pinta y Niña que desee ajustarse lo más posible a la realidad de aquella época.

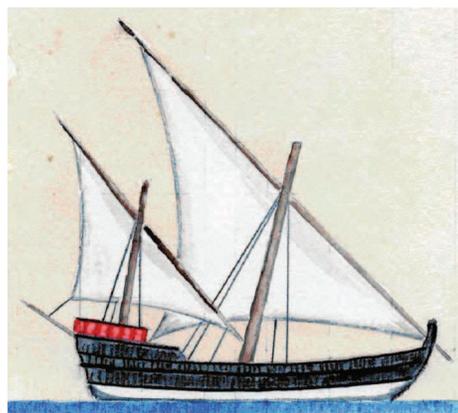


Figura 4 Carabela, mapa de Piri Reis.

2. Unidades, normas constructivas y arqueos

En la época del Descubrimiento no se utilizaban planos. La medida de su arqueo en toneles o toneladas y el tipo del buque capacitaban al maestro carpintero para conocer las dimensiones, cantidad de madera, número de jornales, etc. para construir el bajel y esto era posible porque los buques se construían según unas normas estrictas y unos patrones fijos [1].

El arqueo representaba el volumen interno de la bodega, ahora bien, medir el volumen interno de un navío es muy complicado y en aquellos tiempos algo imposible por métodos matemáticos. En su defecto, se les cubicaba empíricamente o con cálculos aritméticos, aunque eran conscientes que los resultados eran aproximados.

Inicialmente los buques se cubicaban introduciendo toneles dentro hasta llenarlos, pero como esto sólo se puede hacer con el buque terminado, los carpinteros de ribera crearon sistemas de cálculo que pudieran anticipar el resultado final. Por eso,

la famosa definición que Juan de Escalante de Mendoza [2] recoge en su "Itinerario de Navegación" de 1575: "...En nuestra España hemos usado y usamos de este nombre toneladas..., El tamaño y medida de una tonelada... son dos pipas de vino o agua..., de las de a veinte y siete arrobas y media...". Pronto se concretó en: Una tonelada es el volumen de ocho codos cúbicos de ribera. Había empezado la etapa aritmética del cálculo de arqueos.

Como los buques del Descubrimiento eran sur-atlánticos, utilizaremos el codo de ribera de 32 dedos, (55,7 cm), el codo cúbico de 1.731,25 cm³ y, por ello, la tonelada de 1,385 m³. Como medida de peso equivalía a 20 quintales, y el quintal a 100 libras castellanas, es decir, 46 kg, por lo que la tonelada serían 960 kg. Dejó de utilizarse cuando se impuso la tonelada métrica de 1.000 kg, lo cual sería relativamente fácil, dada la pequeña diferencia entre una y otra.

Fijado el valor de la tonelada de arqueo, quedan otros problemas: ¿Que fórmula aplicaban los carpinteros andaluces, a finales del Siglo XV, para de las dimensiones del buque llegar a su arqueo? O, a la inversa ¿partiendo del arqueo, cómo calculaban las dimensiones? Al desconocer las fórmulas de finales del Siglo XV, no hay más remedio que seleccionar las más adecuadas, entre las fórmulas de los Siglos XVI y XVII que se utilizaban los siguientes conceptos y símbolos:

Eslora (E) = Longitud interna de la bodega desde la roda al codaste.

Manga (M) = Anchura máxima interior.

Quilla (Q) = Longitud teórica de la quilla.

Puntal (P) = Altura interna de la bodega.

Plan (pl) = Anchura máxima del fondo de la bodega.

Las fórmulas seleccionadas para comparar sus resultados han sido [3]: Fórmula del Presidente Visitador, (1560); Fórmula de Rodrigo de Vargas (1570); Fórmula de Cristóbal de Barros (1580); Fórmula de Tomé Cano (1610) y tres fórmulas de la Real Ordenanza de 1613. En realidad todas se reducen a multiplicar una sección promedio, $M_{promedio} \times P_{promedio}$, por una $E_{promedio}$, para encontrar el paralelogramo equivalente al volumen práctico de la bodega porque, lo que se trataba de determinar era un prisma en el que cupieran las mismas pipas, barricas o toneles que antes hubieran llenado el buque.

Las fórmulas eran bastante exactas porque los navíos se construían según normas tradicionales que los hacían semejantes en sus proporciones. La más empleada era la regla de oro del "As-Dos-Tres" que provenía de las navis oneraria [4] romanas, navíos de carga de tipo fenicio, de casco redondo y profundo, que medían 25 m de eslora y admitían unas 350 tm de carga, o 300 pasajeros. Esa regla establecía:

Manga = dos Puntales.

Quilla = dos Mangas.

Eslora = tres Mangas.

Manga = tres Planes.

Para las carabelas se ha optado por una fórmula adaptada a los pataches y, precisamente, las fórmulas de arqueo de la Real Ordenanza de 1613, estaban afinadas para arquear esos buques. La fórmula es: $Toneles = \frac{1}{8} \times 0,95 \times (0,5 P \times M \times 0,5 \times (Q + E) - (0,5 M - pl) \times 0,5 \times P \times 0,5 \times (Q + E))$. Teniendo en cuenta lo expuesto podemos realizar el arqueo de las carabelas Pinta y Niña.

2.1 El arqueo de la carabela "Pinta"

De la Pinta se supo su tonelaje de una frase escrita por Hernando Colón en el Diario del primer viaje mientras se encontraban en la Gomera esperando a la Pinta, que estaba en Gran Canaria para reparar su timón. En este interludio, don Hernando facilita un dato importante: "... esperaban a Doña Beatriz de Bobadilla..., que llevaba un navío de cierto Grajeda, de Sevilla, de cuarenta toneladas; el cual, por ser a propósito para su viaje, podría tomarlo [5]...", que prueba que la Pinta era de unas cuarenta toneladas. Conociendo las toneladas y establecida la fórmula adecuada para relacionar el volumen interno con las medidas de una carabela, el proceso de cálculo, como es común en ingeniería, es por iteración. Los resultados son los mostrados en la Tabla 1.

Tabla 1. Medidas de arqueo de la carabela Pinta.

La Pinta	Eslora	Manga	Puntal	Quilla	Plan	Arqueo
Codos de ribera	26,75	8,25	4,125	18,5	2,75	40,10 T
Metros	14,91	4,60	2,30	10,31	1,53	

La parte decimal de las dimensiones en codos, se puede expresar en quebrados exactos: Tres cuartos, un cuarto, etc. El arqueo es de: "Cuarenta toneladas y un diezmo". Las proporciones que guardan las dimensiones de la carabela, quedan como sigue: $M/P = 2$; $Q/M = 2,24$; $E/M = 3,24$.

En cuanto al plan, la anchura máxima del fondo de la bodega, sería un tercio de la manga porque, al ser una carabela, la relación quilla/manga es más que dos y, la eslora/manga más que tres, como corresponde a un buque sutil y ligero.

Las medidas de la Tabla 1 corresponden al interior de la bodega, alrededor de esas medidas se dibujan los elementos estructurales: Quilla, roda, codaste, cuadernas, baos, esloras, bulárcamas, barraganetes, etc.; completándolos con forros y cubiertas.

2.2 El arqueo de la carabela "Niña"

En la serie de documentos del Archivo de Indias [6] se recoge que: "...alonso medel maestre de la caravela niña fue

fletado... a Roma... cargo cincuenta e una toneladas...” El italiano Cuneo dice que la Niña arqueaba sesenta toneladas. Cincuenta y cinco es un valor intermedio. Ese flete de 51 toneladas nos indica el tonelaje mínimo de la Niña y demuestra definitivamente que era mayor que la Pinta que solo tenía 40 toneladas. En consecuencia, la Niña se fletó por 51 toneladas de carga, lo que indica el arqueo mínimo de la carabela, que podía ser mayor si fue infrautilizada. Otra cosa sería un contrato de arriendo que se hacía por el volumen máximo. Iniciando las iteraciones con un arqueo del orden de 55 toneladas se ha llegado al resultado de la Tabla 2, quedando sus proporciones como sigue: M/P = 2,17; Q/M = 2,19; E/M = 3,75;

Tabla 2. Arqueo de la carabela la Niña.

La Niña	Eslora	Manga	Puntal	Quilla	Plan	Arqueo
Codos de ribera	35	9,33	4,25	20,25	3,1	57,05 T
Metros	19,5	5,2	2,37	11,3	1,73	

Con el plan un tercio de la manga, resulta un bajel largo, armonioso de líneas y estable gracias a la proporción manga/quilla.

3. Propuesta de representación de las carabelas Pinta y Niña

Atendiendo al arqueo, la propuesta de dimensiones de las carabelas Pinta y Niña quedaría como se indica en la Tabla 3:

Tabla 3. Comparativa de dimensiones de las naves.

Dimensiones en metros	Eslora		Manga		Puntal	Calado en rosca
	Máxima	Flotación	Máxima	Flotación		
Pinta	16,90	15,75	5,00	4,70	2,28	1,58
Niña	22,52	20,19	5,64	5,19	2,31	1,92

En cuanto a la representación iconográfica, la propuesta es la siguiente:

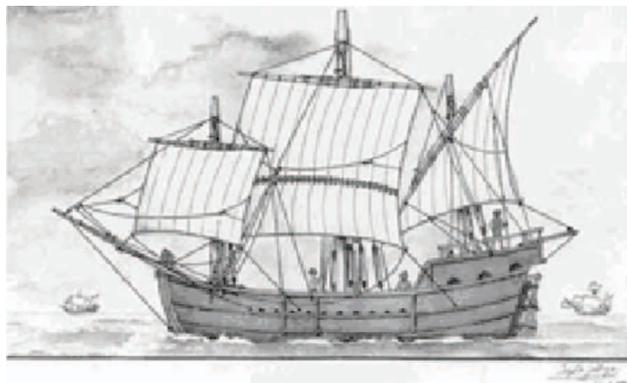


Figura 5. Carabela “Pinta” con aparejo redondo.

La Figura 5 muestra a la Pinta con aparejo redondo de tres palos. El exterior del costado es poco elaborado, solo se aprecian, como rasgos distintivos, dos cintas, tres refuerzos verticales, los trancaniles y tres aberturas semicirculares en la amurada del alcázar, para iluminación y ventilación de la tolda.

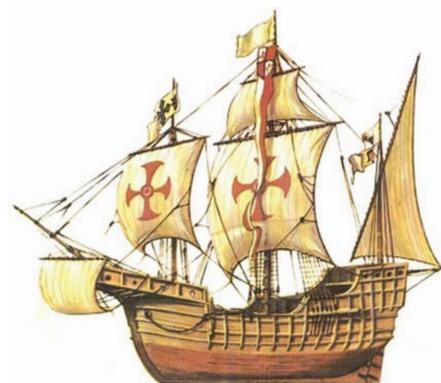


Figura 6. Carabela “Niña” con aparejo redondo.

La Figura 6 ilustra la sección longitudinal del casco cuando era carabela latina de tres mástiles. En el extremo de popa del alcázar se aprecia el camarote del piloto, una pequeña estancia colocada a media altura, (parte por encima de la cubierta del alcázar y parte por debajo). Esta disposición de semisótano era común en el Atlántico español, en buques de poco porte, para disminuir la altura en la popa, mejorar la estabilidad y reducir pantalla al viento, que era peligroso con mucho viento.

4. Conclusiones

El artículo ha representado matemáticamente las fórmulas básicas de volúmenes, arqueos, módulos y proporciones que permitían a los experimentados artesanos, sin el apoyo de planos, construir navíos capaces de acometer empresas tales como el descubrimiento de América. Si bien, el modelo de trabajo actual en cualquier campo constructivo parte de la base de un diseño documental, queda demostrado que en la época de los grandes descubrimientos, el trabajo basado en el conocimiento y la experiencia de los artesanos no era menos efectivo. Estos artesanos, comparables a las figuras de los ingenieros actuales, eran los portadores personificados de la ciencia del momento. Por otro lado, se entiende que, muchos conocimientos técnicos (diseño, construcción, etc.), se han ido perdiendo, dado que su transmisión era exclusivamente verbal. Se puede concluir, por tanto, que la investigación sobre los aspectos de ingeniería de estos navíos está aún, en gran medida, por desvelar. Estos secretos probablemente no se encuentren en ningún libro, y sus principales conocedores seguirán siendo, tal vez, viejos artesanos.

Referencias

- [1] J. Rubio. *Arquitectura de las naos y galeones de las flotas de Indias*. (2 Vol.). Ediciones Seyer. Málaga. 1991.
- [2] S. Escalante de Mendoza, Juan: *Itinerario de Navegación – 1575*. Museo Naval. Madrid, 1985.
- [3] J. Casado Soto, José Luis: *Los barcos españoles del Siglo XVI y la Gran Armada de 1588*. Editorial San Martín. Madrid – 1988.
- [4] A. Escarpa Gil, Alejandro: *Tecnología romana*. Editorial Akal. 2000. Página 49.
- [5] H. Colón, Hernando: *Historia del Almirante*. Historia 16, (2ª Ed.). Madrid. 1984.
- [6] Archivo de Indias, Libros de Armadas, 103, 112, 113.