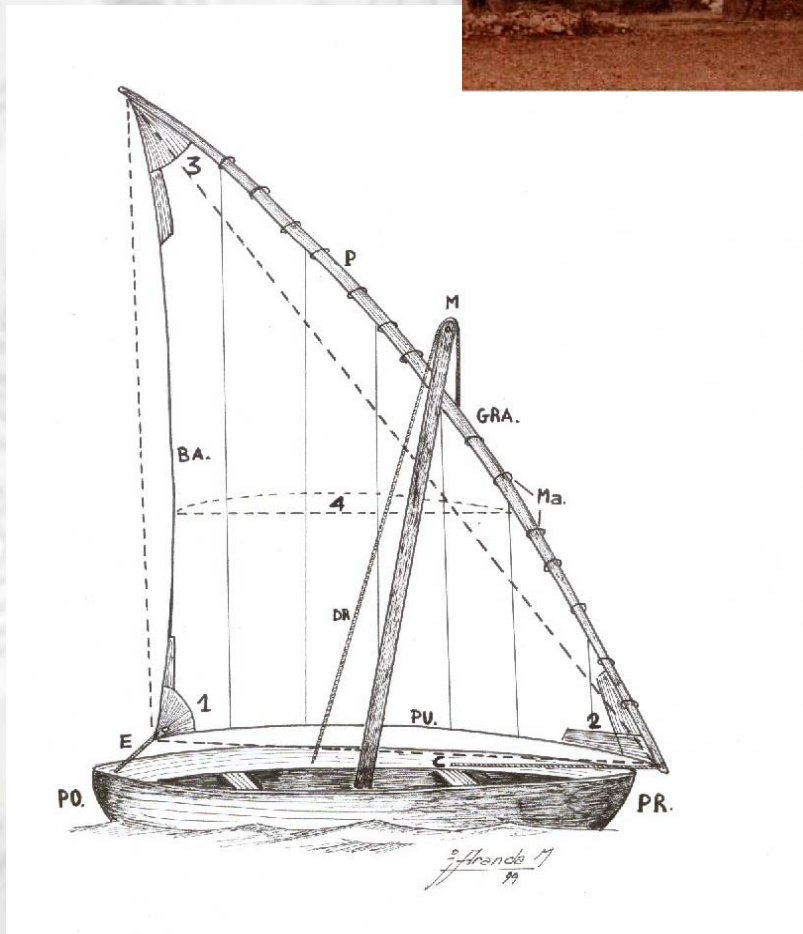
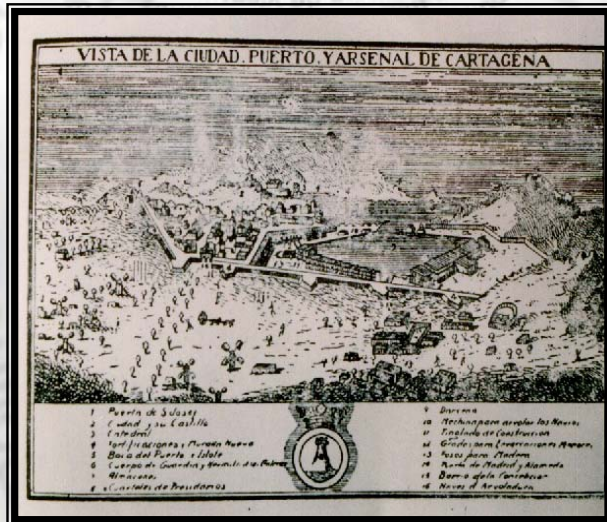


# La vela latina y el molino cartagenero

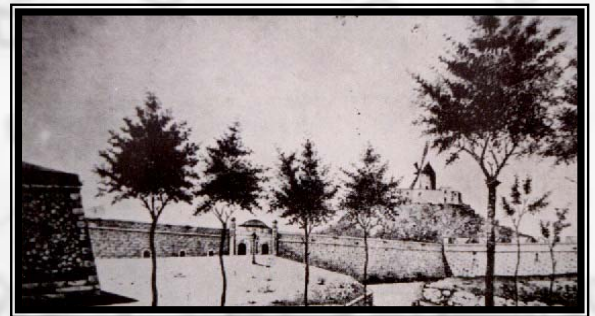
JOSÉ DAMIÁN ARANDA MERCADER.  
CIRUJANO.



Una de las características del molino cartagenero es la de estar arbolado con velas triangulares, pero sabemos que no siempre fue así. En efecto, numerosos documentos gráficos de los siglos XVIII y XIX nos muestran a los molinos de Cartagena, tanto los del interior del recinto amurallado de la ciudad como los de extramuros, arbolados con cuatro aspas de tipo manchego.



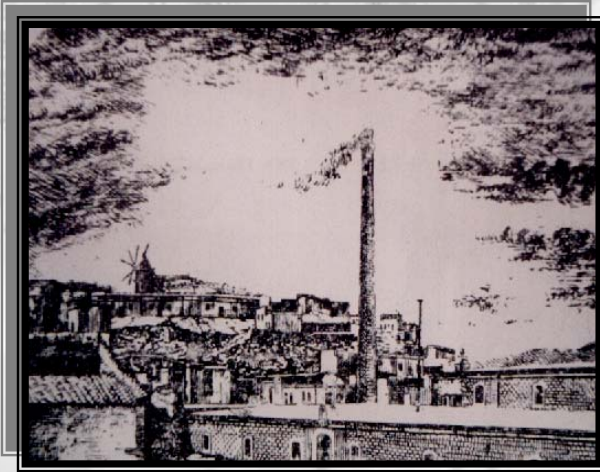
*Estampa publicada en "Atlante Español" de Bernardo Espinalt y García en 1778 mostrando numerosos molinos con aspas extramuros de la ciudad.*



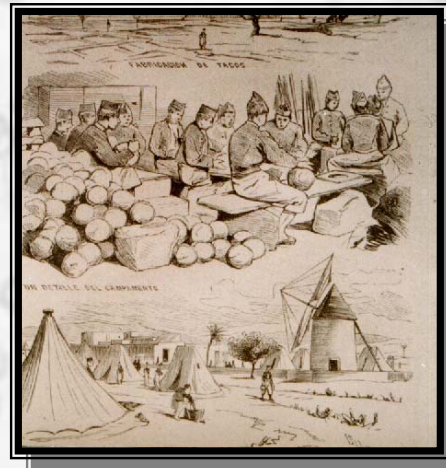
*Grabado de la revista "Cartagen ilustrada" de 1869 mostrando dentro del recinto amurallado el molino de la colina de San José arbolado con aspas.*

Será en 1871 cuando tendremos por primera vez constancia gráfica del cambio de arboladura que se produce en el molino cartagenero. Se trata de una litografía que muestra el Parque de Artillería y, al fondo, campeando sobre la colina del Molinete, aparece el molino de San José, molino cerealista, arbolado con los ocho palos. Dos años más tarde, en 1873, una estampa de "La Ilustración Española y Americana" reproduce una escena del campamento que las tropas centralistas tenían en la población de Los Francos, próxima a la Palma, en la que aparece un molino de sacar agua arbolado con ocho palos y velas triangulares, de lo que deducimos que es en la segunda mitad del siglo XIX cuando se produce el cambio de aspas y lonas a palos y velas en los molinos cartageneros.





*Litografía del Parque de Artillería, fechada en 1871, que muestra al molino de San José, en el Molinete, arbolado ya con palos.*



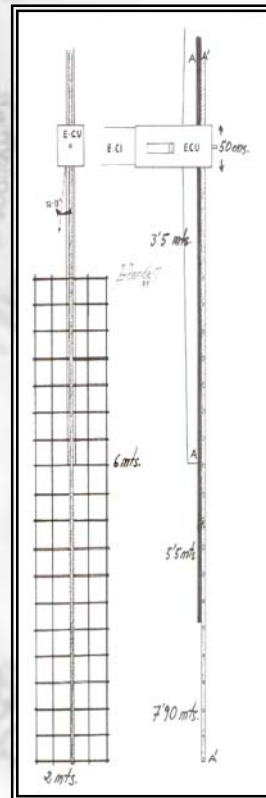
*Estampa de "La Ilustración Española y Americana" de 1873 que muestra un molino de sacar agua arbolado con palos y velas triangulares*

Pero, ¿ por qué esta sustitución?, ¿por qué romper una tradición de siglos cambiando las técnicas de carpintería y readaptando las viejas torres?, ¿qué ventajas podía ofrecer una vela tan antigua como la latina para que fuese elegida como receptora de la fuerza motriz de nuestro molino?. Vamos a estudiar las características del aspa cubierta por lona comparándola con un palo armado de vela latina e intentaremos demostrar las ventajas de este último, motivo que decidió a maestros molineros y aperadores de la comarca del Campo de Cartagena a decantarse por esta arboladura que imprimió carácter al molino cartagenero junto a la forma en tronco de cono de su torre.

**El aspa de tipo manchego** está formada por los siguientes elementos desde la parte posterior a la anterior y tomando sólo la mitad de la misma:

- 1- **REMACHO:** Mide aproximadamente 3,5 mts.(Total 7mts.)
- 2- **MACHO:** Es la parte central del aspa. Tiene una longitud de 5,5 mts.(Total 11mts.)
- VELA:** Es la parte más anterior del aspa, estando sujeta a las dos anteriores por pernos y midiendo 7,90 mts. (Total 16,30 mts.)
- 3- **TELERA:** Entramado de varillas entrecruzadas, sujetas a la vela y entre sí, sobre la que se situarán las lonas. Mide seis metros de largo por dos de ancho.
- 4- **LONAS O LIENZOS:** Son de algodón y miden 5,5 mts. de longitud por 1,70 de ancho. Su superficie es de 9,35 metros cuadrados.

*Esquema del aspa de tipo manchego.*



Al tratarse de una superficie plana se le da una inclinación de entre  $12^\circ$  y  $18^\circ$  sobre el eje de giro a fin de permitir que la fuerza del viento la impulse haciendo girar la maquinaria del molino, siendo esta inclinación en distinto sentido para las aspas contrapuestas.

Para colocar las lonas, el molinero debía de trepar al aspa por medio de una escalera de mano y, con ellas a cuestas, usar la telera como escala hasta alcanzar la parte más próxima al eje para, una vez sujetas, dejar caer la lona e irla sujetando a los cabrios transversales de las aspas.

Como de lo que se trataba era de aprovechar la máxima fuerza del aire encarando el molino al viento, cuando la misma era excesiva, el molinero disponía de tres opciones. La primera frenar el molino, con el consiguiente desgaste del freno y aún peligro de incendio. La segunda desviar el molino de la mayor fuerza viva del aire, lo que puede llegar a ser contraproducente para la buena conservación de la maquinaria y, la tercera, la recogida de las lonas, parando el molino y repitiendo la siempre tediosa y arriesgada maniobra de escalar el aspa de un molino arbolado, con fuerte aire, lo que multiplica las posibilidades de accidente, desde la caída al desbloqueo del sistema de frenado que lanzase al infeliz molinero por los aires.



Los molineros holandeses lo solucionaron dotando a las aspas de un complejo sistema de rodillos y cordones movidos de forma automática por una serie de coronas acopladas al eje que se engranan o desacoplan entre sí según la fuerza del viento, haciendo que se extienda sobre la superficie del aspa mayor o menor cantidad de lona. Evidentemente España no era Holanda y nuestros molinos continuaron con los ancestrales problemas que les confería su arboladura tradicional. Pero aquí, en el sureste de la península, alguien, quizá algún viejo marino retirado de largas singladuras, le daba vueltas en su cabeza a la idea de acoplar palos y velas triangulares a nuestros molinos. La idea no era nueva. Quizá nuestro marino había visitado Mikonos y había visto sus molinos de palos y velas latinas de techo no giratorio. La vieja vela latina que durante siglos equipaba las embarcaciones de los ribereños mediterráneos, desde Turquía y Grecia en el oriente hasta la península Ibérica en occidente, desde Italia en el norte hasta el Egipto faraónico en el sur, propagándose a través de la arteria del Nilo hasta el corazón del África negra, se ofrecía de nuevo para solucionar los problemas de los hombres, pero esta vez de los de tierra adentro.

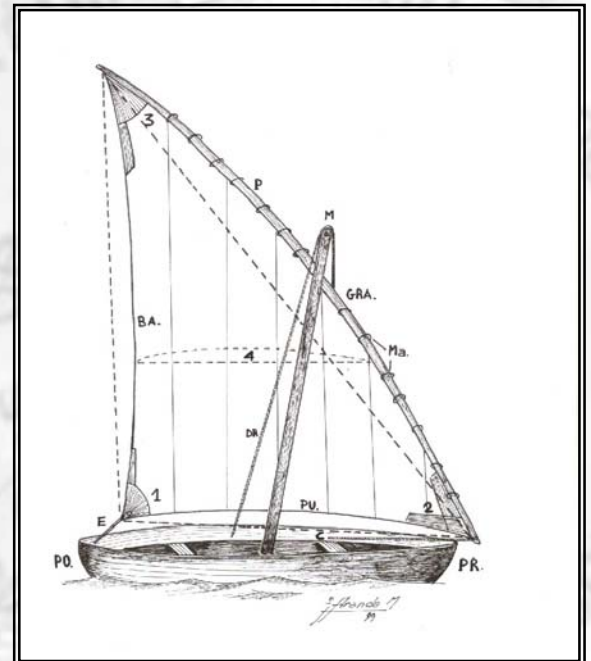
La vela latina es esencialmente un triángulo escaleno formado por distintas piezas de lona o lienzo cosidas entre sí y envergada por medio de los matafiones a una antena formada por dos perchas, unidas entre sí, que reciben el nombre de car la de proa y pena la de popa. Va fija al palo por un estrobo unido a la troza y afirmado a la borda de la embarcación, izándose o arriándose por medio de un cabo denominado driza. Si bien en su última época de utilización equipó a embarcaciones de poco porte dedicadas al cabotaje o a la pesca de bajura, no es menos cierto que en la antigüedad fue ampliamente utilizada por grandes embarcaciones como las galeras, selandros, uxers, jabeques y dromones.

El lado mayor del triángulo de lona, denominado grátil, va unido a la percha por medio de una ligada que recibe el nombre de matafiones, formando en la parte superior de la percha un ángulo de caída hacia popa que se denomina puño de driza o de pena.

La caída de la vela hacia popa se conoce como baluma, siendo el segundo lado del triángulo en cuanto a longitud, terminando en un nuevo ángulo denominado puño de escota. En la parte inferior de la percha la vela forma un nuevo ángulo o puño de amura para configurar el lado inferior del triángulo o pujamen al unirse con el puño de escota, siendo este el lado de menor longitud. Al puño de amura se sujeta un cabo que sirve para controlar la parte baja de la percha y que se denomina car, mientras que del otro puño inferior parte otro cabo, la escota, que da nombre al puño y que sirve para cazar la vela haciendo que embolse más o menos aire.

A diferencia de otros tipos de vela la latina no porta botavara, pieza de madera que, asegurada al mástil y extendiéndose horizontalmente hacia popa sirve para cazar la vela, lo que origina que estén al aire las costuras bajas y sean velas con gran bolso.

- P-Percha
- M-Mástil
- Ma- Matafiones
- GRA- Grátil
- BA- Baluma
- PU- Pujamen
- E- Escota
- DR- Driza
- PO- Popa
- PR- Proa
- C- Car
- 1-Puño de escota
- 2-Puño de amura
- 3-Puño de driza o de pena
- 4- Embolsamiento o concavidad



**La vela latina**

Hecha la descripción de la vela latina, pasemos a describir la vela que equipa al molino cartagenero.

Cortada en forma triangular, presenta todas las características de la vela latina, aunque su uso tierra adentro le haya dado denominaciones diferentes a algunas de sus partes mientras otras coinciden con las de su hermana mayor como queriendo demostrar su origen mariner, al igual que sucede con otras partes del molino cartagenero, por ejemplo el botalón.

Está formada por diferentes piezas de lona de algodón cosidas entre sí que reciben el nombre de fajas y que arrancan dando forma al lado más largo del triángulo, denominado aquí palo por ser el que se fijará al palo del molino a la vez que confluyen montando unas sobre otras y adoptando forma triangular hacia el vértice opuesto, donde se recosen y refuerzan formando el puño de escota.

El lado correspondiente al palo, de 4,70 mts. lleva cosida una trenza de esparto que termina formando dos asas en los extremos para tensar la vela sobre el palo y proceder posteriormente a su clavado sobre el mismo.



Le sigue en longitud el lado del triángulo conocido como derrame de 4,40 mts. cuyo borde se solapa sobre la vela formando un canutillo por el que se enfunda un cordón que termina en el puño de escota y que sobresale por la parte más próxima al palo formando un asa. La misión del cordón del derrame es tensar este lado impidiendo o, por lo menos disminuyendo, el flameo de la vela.

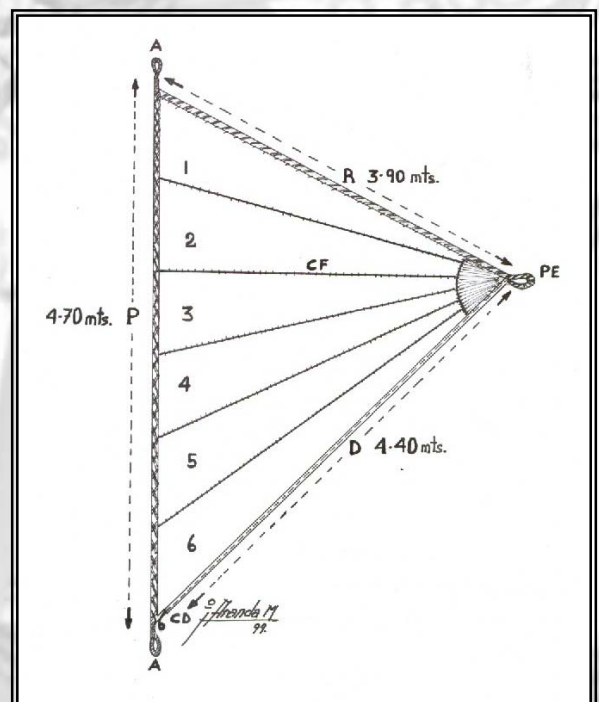
El lado menor del triángulo se denomina relinga, término asimismo mariner que se aplica a los cabos que refuerzan los bordes de las velas, y esto es lo que sucede con el lado de la vela que nos ocupa. Todo él lleva cosido a lo largo un cabo de unos dos centímetros de diámetro que se une por un extremo a la trenza de esparto del palo, mientras que por el otro se dobla sobre sí mismo formando el asa del puño de escota. La escota, anudada a este asa, y fijada con mayor o menor tensión al palo vecino será la que determine la mayor o menor cantidad de viento que la vela sea capaz de embolsar. Su medida es de 3,90 mts.

La altura del triángulo así formado es de 3,40 mts. por lo que la superficie de la vela es de unos 8 mts. cuadrados ( 7,99 mts. cuadrados para ser exactos).

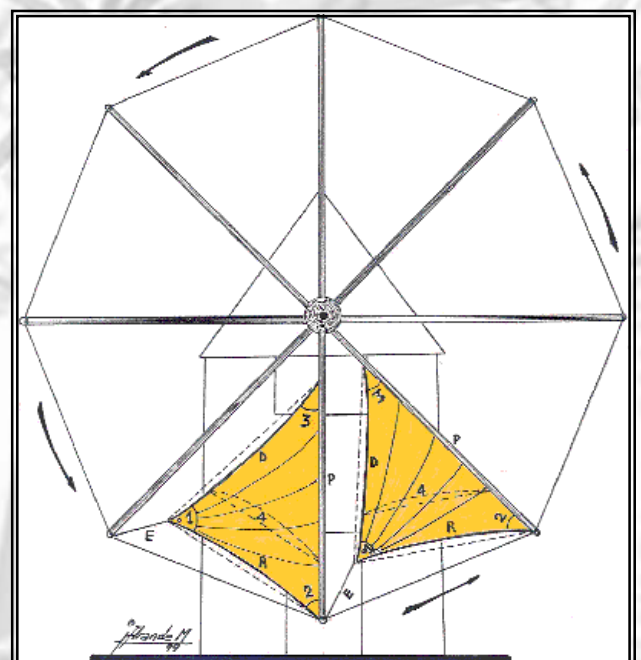
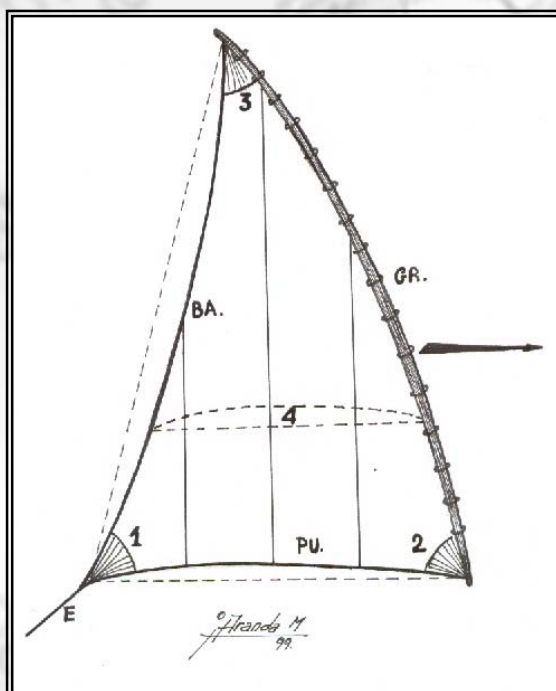
Hecha la descripción de la vela de nuestro molino hagamos una comparación entre ésta y la vela latina todavía en uso en muchos lugares de la cuenca mediterránea.

### La vela del molino cartagenero. Denominaciones y medidas.

- R- Relinga
- P-Palo
- D-Derrame
- CD-Cordón del derrame
- A- Asas de la trenza de esparto del palo
- PE- Puño de escota
- CF- Costuras de las fajas
- 1,2,3,4,5 y 6 - Fajas



Dejando de lado detalles de poca importancia como puedan ser la disposición de las costuras de los diferentes lienzos que las forman nos encontramos ante dos velas prácticamente iguales. Para observar mejor las coincidencias tomaremos como referencia una vela de molino colocada en su palo y con el extremo libre del mismo, donde se unen roldes y vientos, apuntando al suelo. El palo de la vela del molino se corresponde al grátil o lado de la vela latina que va unido a la percha por medio de los matafiones. El derrame, el siguiente lado en longitud, es el homólogo a la baluma, la parte de la vela situada más a popa y por donde tiende a escapar el viento, denominación que indica bien a las claras que los antiguos molineros sabían perfectamente por donde escapaba el viento de las velas de sus molinos. Por último la relinga, término como ya dijimos de indiscutibles orígenes marineros, es el equivalente del pujamen. El ángulo que la vela del molino forma en el extremo libre del palo sería equivalente al puño de amura, mientras que el formado en la más próxima al eje sería el correspondiente al puño de driza. Las semejanzas llegan al extremo de denominar con los mismos términos al puño de escota y al cabo que sale de él y que sirve, tanto en el barco como en el molino, para cazar más o menos la vela dependiendo de la fuerza del viento.



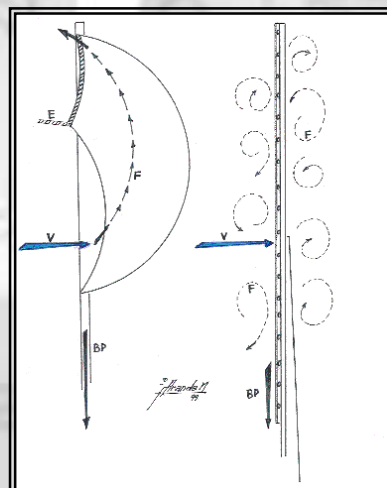


Las semejanzas entre la vela latina que arbola una embarcación y la que lo hace con un molino son fáciles de apreciar a simple vista. El palo P se corresponde al grátil GR, el derrame D a la baluma BA y la relinga R al pujamen PU. Los ángulos 3, 2 y 1 de la vela del molino son homónimos de los de driza, amura y escota de la vela marinera coincidiendo además con ella tanto en la denominación como en portar un cabo del mismo nombre y denominación que su hermana mayor y que tiene la misma finalidad, cazar más o menos vela dependiendo de la fuerza del viento. El número 4 indica en ambas velas el bolso o concavidad que se forma según que se largue más o menos escota.

*Las flechas indican el sentido en que se mueven al ser impulsadas por la fuerza del viento tanto los palos del molino como la embarcación equipada con la vela representada.*

Hemos hecho hasta aquí descripciones del aspa de tipo manchego, de la vela latina de una embarcación y de la vela latina del molino cartagenero haciendo una correlación de semejanza entre las dos últimas. Vamos a aplicar ahora algunos conceptos sobre aerodinámica de las velas tanto al aspa de tipo manchego como a la vela del molino cartagenero. Aplicaremos también la regla de Coulomb para molinos de viento, fórmula matemática empleada para calcular la potencia en molinos de viento, en ambos tipos de molinos y compararemos los resultados.

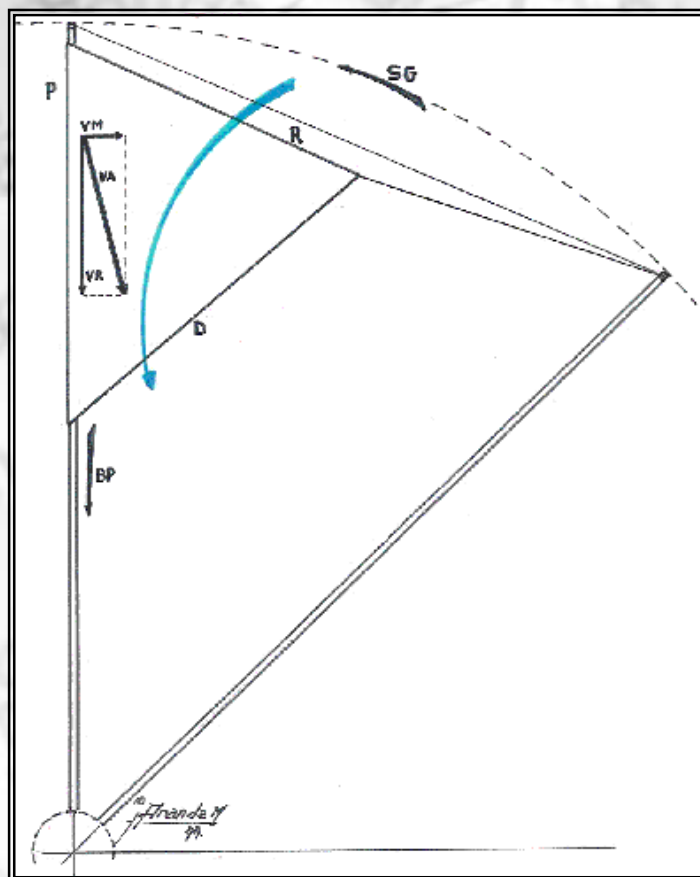
**◀ Primer concepto:** *“El viento al actuar sobre una superficie curva genera una fuerza que tiende a dirigirse hacia arriba y contra el viento. La ventaja del arqueado llega a ser más notoria cuando el viento incide sobre la superficie desde abajo o cuando el plano es movido contra el viento desde una posición inclinada, desarrollando en esta posición la superficie curva el doble de fuerza que una plana. Del mismo modo se puede afirmar que una corriente de aire rompe sus líneas al pasar por una superficie plana, originando remolinos y perdiendo energía cinética. Por el contrario, la superficie curva no rompe las líneas si no que las tuerce, no originando remolinos y ganando energía cinética, tendiendo la superficie a ser levantada hacia arriba”* (Manfred Curry. Aerodinámica de la vela.)



La vela del molino cartagenero es una superficie curva con todas las ventajas a las que hace referencia el postulado anterior. Tengamos además en cuenta que el viento incide sobre la vela desde abajo, después de rebotar en el suelo, estando la misma inclinada entre los 10 y los 15°, (la inclinación que tiene el eje) y encarada directamente al viento. No podrían cumplirse con mayor exactitud las reglas del enunciado precedente.

Al contrario, el aspa es una superficie plana con todas sus desventajas de remolinos y pérdida de energía cinética

**« Segundo concepto. »** *Todo barco en movimiento genera una determinada cantidad de viento, mientras que sobre la vela incide el viento real, el atmosférico. La resultante del paralelogramo de fuerzas causado por estos dos vientos es lo que se conoce por viento aparente. La dirección del mismo será la que determine la posición de la vela incidiendo sobre ella en ángulo agudo y con mayor fuerza que el viento real”*  
(Manfred Curry Aerodinámica de la vela).





Si bien es cierto que el aspa genera al moverse una determinada cantidad de viento se trata, por construcción, de una superficie rígida incapaz de embolsar aire y por tanto de aprovechar las ventajas del viento aparente, al contrario de lo que sucede con la vela latina del molino cartagenero. En el esquema superior vemos como la resultante, el viento aparente (VA), del paralelogramo de fuerzas formado por el viento real (VR) y el generado por el movimiento (VM) es mayor que el viento real y cómo la fuerza del viento se aplica en la punta del palo favoreciendo la fuerza del brazo de palanca del palo sobre el eje.

☞ **Tercer concepto.** *Ley de la palanca. “La palanca por su brazo es igual a la resistencia por el suyo”.*

Podemos considerar el aspa de tipo manchego y al palo del molino cartagenero como dos brazos de palanca que, teniendo como punto de apoyo el eje, serán capaces de vencer la resistencia de las piedras de moler. Cuanto más largo sea el brazo de la palanca y cuanto más retirada del punto de apoyo se aplique la fuerza, menor será el esfuerzo que habrá que hacer para vencer la resistencia al movimiento de las pesadas muelas.

El palo del molino cartagenero es de mayor longitud que el aspa, casi dos metros más largo, lo que, de por sí, ya constituye una ventaja. Si a esto le añadimos que la fuerza del viento se aplica en su tercio más alejado del eje, casi en la punta del palo, estaremos aprovechando totalmente todas las ventajas de una palanca con brazo largo y el la que la fuerza se aplica en la parte más alejada del punto de apoyo.

El aspa, al contrario, tiene un brazo de palanca más corto y la fuerza se aplica homogéneamente por toda la superficie, desaprovechándose prácticamente la que se aplica en la zona próxima al eje. Si a lo anterior sumamos las pérdidas de energía cinética debida a remolinos por tratarse de una superficie plana, veremos que se encuentra francamente en inferioridad respecto al palo arbolado con vela latina.

☞ **Cuarto concepto.** *Regla de Coulomb para los molinos de viento. “ La potencia del viento en C.V es igual a 0,0004 multiplicada por la superficie de la vela en m2. y por la velocidad del viento en metros por segundo elevada al cubo, expresándose por la siguiente fórmula matemática:  $N = 0,0004 \times SV^3$ .*

Se da como velocidad del viento más favorable la de 7 mts./seg. con la que se supone se obtendría el máximo rendimiento del molino. Si aplicamos esta regla a los dos molinos tendríamos los siguientes resultados dando un total de superficie enlonada para el manchego de 37,4 m2, correspondientes a las cuatro aspas totalmente recubiertas de lona, y de 63,92 m2 para el molino cartagenero con todo el trapo desplegado en sus ocho palos:

Molino manchego:  $0,0004 \times 37,4 \times 343 = 5,131 \text{ CV}$

Molino cartagenero :  $0,0004 \times 63,92 \times 343 = 8,769 \text{ CV}$

El resultado no admite discusión. Más de tres CV y medio de potencia con el mismo viento de 7mts/seg o lo que es igual de 25 Kmt s/ hora. Podemos considerar esta velocidad del viento como moderada, unos 15 nudos. Las diferencias se igualan si se reduce la velocidad del viento. Con brisa débil ( 5,4 mts/seg.) la potencia obtenida para el molino manchego sería de 2,355 CV y de 4,02 CV para el cartagenero. Con brisa fuerte, 10,8 mts/seg. correspondiente a unos 22 nudos, las diferencias aumentan de forma espectacular. La potencia así obtenida arroja 18,84 CV para el molino de tipo manchego y 32,20 CV para el molino cartagenero. Más de 13 CV de diferencia. Trasladando los fríos números a la práctica veremos que con brisa débil el molino de aspas queda prácticamente inutilizado por falta de potencia, mientras que con vientos de 20 nudos el molinero debe proceder al plegado de las lonas trepando por el peligroso entramado que forman teleras y cabrios. Por el contrario, el molino arbolado con palos y velas triangulares, vela latina, con brisa débil es capaz de seguir moliendo con holgura merced a esos dos CV extra que le proporcionan sus casi 64 m<sup>2</sup> de superficie vélica. Las ventajas de la vela latina son mayores cuando se trata de moler con vientos de más de 20 nudos. Podemos decir que el molino cartagenero se encuentra en su elemento. La vela latina ideada para navegar contra el viento, para adaptarse a los cambiantes vientos mediterráneos, le proporciona esa libertad. La facilidad para regular su arboladura según la fuerza del viento cazando más o menos las velas por medio de los cabos de escota, de reducir la superficie del velamen arrollando las velas al palo en mayor o menor proporción e incluso suprimiendo velas si es necesario sin tener que usar una escalera ni trepar por el aspa disminuyendo los riesgos de accidente, le otorgan esa supremacía.

Todos los principios de aerodinámica y físicos a los que se ha hecho referencia, unidos a la facilidad de colocación y retirada de las velas, la posibilidad de moler adaptándose tanto a brisas como a temporales, la mayor potencia lograda con menor esfuerzo humano y de maquinaria, traducida en mayor número de kilos de cereal molidos a igualdad de viento y tiempo, con menos averías y riesgos al poder reducir la superficie de lonas sin necesidad de separar los pies del suelo, fue lo que sin duda decidió a maestros molineros y aperadores a realizar los cambios estructurales que le han dado personalidad propia a los molinos del Campo de Cartagena. La pregunta surge entonces por sí sola. Si las ventajas son tan evidentes ¿ por qué no se produce la reconversión en todos los molinos de aspas?. La respuesta sólo puede ser una. Para manejar un molino arbolado con velas hay que saber navegar tierra adentro. Sólo una tierra marinera como el Campo de Cartagena podía dar origen a este fenómeno y expandirlo por el Mediterráneo y el Atlántico Sólo con un conocimiento exacto de los vientos y su dominio se puede sacar el máximo rendimiento a un molino equipado con velas.



La proximidad de dos mares y generaciones de marineros nacidos en sus orillas hicieron posible el poder navegar tierra adentro trasladando el arte de manejar las velas a los esforzados campesinos del interior que pronto asimilaron los usos marineros para poder extraer todas las ventajas que podían ofrecerles los molinos arbolados con vela latina.

**Jose Damián Aranda Mercader**