

---

# ORIGEN Y EXPANSIÓN DE LOS MOLINOS DE VIENTO EN ESPAÑA

JOSÉ IGNACIO ROJAS-SOLA  
y JUAN MANUEL AMEZCUA-OGÁYAR

---

## Origen y Evolución de los Molinos de Viento

El origen de los molinos de viento es un tema controvertido y que no ha sido claramente definido. Existen varias tesis en cuanto a los orígenes de estos molinos, y todas ellas cuentan con algún argumento de peso. En cualquier caso, lo que sí es claro es que las referencias históricas a los molinos de viento son muy posteriores a las existentes sobre los molinos hidráulicos, y su origen es aún más incierto que los de estos últimos (Reyes-Mesa, 2001).

El estudio riguroso y paradigmático de Julio Caro Baroja (1952) confirma que las tesis más importantes en cuanto al origen de los molinos de viento son tres:

- i- Las que opinan que el mundo greco-romano ya conocía los fundamentos mecánicos y los principios que regían el movimiento de la rueda expuesta al aire; no obstante, como se verá más adelante, no hay evidencia de su utilización en el ámbito de la molinería.
- ii- Las que sostienen que los molinos de viento son de invención oriental, fruto de las culturas árabe y china, y que fueron llevados al mediterráneo por la cultura islámica y a Europa en la Edad Media por los cruzados.
- iii- Las que defienden que los molinos de viento fueron inventados en torno al s. XII

en la Europa occidental, surgiendo espontáneamente en este continente; ejemplos serían los típicos molinos de Holanda, Bélgica, etc.

### *Antecedentes greco-romanos*

La cultura griega y su mitología consideraban las fuerzas de la naturaleza (fuego, agua, viento) como de uso y dominio exclusivo de los dioses, y que éstos no aceptaban de buen grado la intrusión en sus dominios. Esta concepción mitológica de la naturaleza no ayudaba al desarrollo de la técnica. El hecho que su economía estuviera basada en una agricultura de subsistencia, con poco intercambio comercial y con una estructura social donde la mano de obra esclava era abundante, no ayudaba al desarrollo de la tecnología, ya que no había condiciones imperativas para el desarrollo de maquinaria que favoreciera una mejora en los métodos de producción.

H. P. Vowles estudió los fundamentos para defender la tesis del conocimiento del molino de viento por parte de los griegos (Caro-Baroja, 1996). Argumenta la referencia en un texto de carácter técnico, atribuido a Herón de Alejandría (s. II dC), de una máquina neumática conocida como *Aneuriom*, que giraba impulsada por el viento y cuyo fin era proporcionar el aire para el funcionamiento de un órgano. Dicho artefacto aparecía descrito en un libro

sobre sistemas de medidas de Herón, del que tan sólo se conserva una copia en muy mal estado realizada por un geógrafo árabe en el s. XVI (Cádiz-Deleito y Ramos-Cabrero, 1984). El viento movería el rotor de eje horizontal, solidario con una rueda de paletas. Esta rueda de paletas accionaba una barra horizontal, conectada en extremo a un barrón vertical que accionaba un pistón, que a su vez enviaba el aire a las flautas del órgano.

Sin embargo, la descripción del *Aneuriom* no viene acompañada de ningún otro vestigio que haga suponer la utilización del viento directamente aplicado a la molinería. Es cierto que el rotor del artefacto está situado en un eje horizontal, transmitiendo el movimiento a través de otra rueda más pequeña que sirve de engranaje, por lo que podría suponerse que este tipo de mecanismo del que habla Herón ya era conocido. Esta tipología se parece mucho al concepto que se tiene del molino de viento, pero no se puede decir mucho más.

Tampoco se conocen antecedentes de la utilización de los molinos de viento por parte de los romanos. El hecho de que el general Belisario en el año 537, durante el asedio de Roma, construyera dos molinos hidráulicos fluviales sobre barcazas para bombear agua, parece confirmar el desconocimiento o poco desarrollo de la tecnología eólica, ya que hubiese resultado mucho más sencillo y eficaz un sis-

---

**PALABRAS CLAVE / Don Quijote / Energía Eólica / España / Historia / Molinos de Viento /**

Recibido: 21/02/2005. Modificado: 08/04/2005. Aceptado: 14/04/2005.

José Ignacio Rojas-Sola. **Ingeniero Industrial, Universidad de Sevilla, España. Doctor Ingeniero Industrial, Universidad Nacional de Educación a Distancia, España. Profesor, Universidad de Jaén, España. Dirección: Edificio A-3, Campus de las Lagunillas s/n, 23071-Jaén, España. e-mail: jirojas@ujaen.es**

Juan Manuel Amezcua-Ogáyar. **Ingeniero Industrial, Universidad de Sevilla, España. Doctor Ingeniero Industrial, Universidad de Jaén, España. Profesor, Universidad de Jaén, España. e-mail: jamezcua@ujaen.es**

---

tema basado en molinos de viento (Cádiz-Deleito, 1992).

### *Las culturas arábicas y china*

Algunos historiadores ven el precedente más inmediato en los denominados “molinos de oración” o “ruedas de oraciones” tibetanos, datados entre los s. VI y IX (White, 1973), aunque no se conoce con precisión la función que estas máquinas desempeñaban en los ritos religiosos. Parece ser que estas máquinas eólicas fueron de uso corriente en la zona del Tíbet y Mongolia, y algunos autores aseguran que su uso era anterior al s. II aC (Cádiz-Deleito y Ramos-Cabrero, 1984).

El primer molino de viento de aplicaciones utilitarias que se conoce con cierto detalle es el molino persa de eje vertical. Hasta el s. IX no es posible encontrar un documento histórico irrefutable en el que se mencionen los usos de estos molinos como algo habitual. Los molinos de viento son mencionados, con aplicación directa en la molinería, en el *Libro de ingenios mecánicos* de los hermanos Banu Musa sobre el año 850, así como por los geógrafos árabes Al-Tabari, fallecido en 923, y Al-Masudi, nacido en Bagdad en 912 y fallecido en El Cairo en 957 (Cádiz-Deleito, 1992; Caro-Baroja, 1996).

Todos esos autores hacen mención a la difundida utilización de los molinos de viento en las llanuras del Sijistán, en Persia, región donde soplaban vientos muy fuertes, y con bastante periodicidad. Al-Masudi, en su obra *Las praderas de oro* indica que en esta región, que ocupa el oriente iraní y el occidente afgano, soplan vientos que sobrepasan frecuentemente los 100km/h, comentando que se la conoce como “el país de los 120 días de viento”. Este lugar constituyó el germen de la utilización de la energía eólica y su posterior aplicación a la extracción de agua y a la molienda de cereales (Fernández-Lavandera y Fernández-Rodríguez, 1998).

En cuanto a la tipología de los molinos de viento descritos por los autores citados, cabe decir que son molinos de eje vertical, de diseño muy sencillo y elemental, y de fabricación muy tosca. Existe una descripción exhaustiva de los mismos realizada por el cosmógrafo sirio Al-Dimashqi en el s. XIII.

Según Al-Dimashqi el ingenio estaba formado por una estructura o torre de mampostería, provista de una pared frontal que actuaba como deflector al objeto de dirigir el viento sobre las paletas y regulando su intensidad con un sistema de compuertas realizadas en madera y que, operadas de forma manual, permitían una mayor o menor entrada de aire. El rotor

disponía de seis u ocho paletas de madera o caña, solidarias a un eje central vertical que se acoplaba a las muelas, cuya separación se podía variar mediante el uso de cuñas.

A principios del s. XX aún existían restos de estos molinos del Sijistán, descubiertos por el explorador sueco Sven Hedin en Niyazarab, región de Bakharz meridional. Existe una leyenda, atribuida a Al-Tabari y transcrita por Washington Irving, sobre un molino de este tipo mandado a construir por el califa de Bagdad, Omar II, hacia el s. VIII, basándose en descripciones orales traídas desde el Oriente por un esclavo (Cádiz-Deleito y Ramos-Cabrero, 1984).

Por otro lado, en el Extremo Oriente, los chinos utilizaban desde tiempo inmemorial unos molinos llamados *panémonas*, que se utilizaban fundamentalmente para el bombeo de agua y posterior riego. Las panémonas chinas eran, al igual que los molinos persas descritos, de eje vertical. Sus palas o velas estaban formadas por paneles de tela sujetos a largueros de madera o bambú, y la posición de las palas podía variarse para regular la acción del viento sobre el molino.

Algunos historiadores sostienen que estas panémonas existían con anterioridad al año 400 d.C. (Forbes, 1964). Esta es la razón por la que muchos las consideran como las precursoras de los molinos persas de eje vertical. Estos molinos chinos de eje vertical y palas de tela se han venido utilizando hasta la actualidad en las comarcas chinas de Kiangsu y Hsin-Hwa, sin ningún aditamento técnico aparente.

Los molinos de eje horizontal también debieron surgir en el área de la antigua Persia, probablemente antes de la época islámica (Cádiz-Deleito, 1992). Resulta más sencillo tecnológicamente aprovechar la energía del viento con una rueda horizontal, pero su invención debió responder a la necesidad de adaptar las máquinas eólicas de eje vertical al bombeo de agua. La disposición del rotor, en los sistemas de eje horizontal, es más adecuada para mover una noria sin tener que variar la dirección de la fuerza motora mediante un engranaje, que sin duda suponía una complicación técnica para la época.

El rotor de estos molinos estaba formado por unas velas similares a las que se empleaban en navegación. El eje, sobre el que se unían seis u ocho arboladuras que aguantaban las velas, movía una rueda a la que se acoplaba la noria o rueda de cangilones. Todo el conjunto se apoyaba en un trípode de madera situado sobre la boca del pozo.

La difusión del molino de viento como máquina capaz de producir energía mecánica sigue dos canales aparen-

temente independientes a partir de los s. XI y XII (Cádiz-Deleito, 1992). El primero de ellos se extiende a toda la zona de influencia del Mediterráneo, difundido por la civilización islámica, llegando hasta la mitad sur de la Península Ibérica, dando lugar a una tipología claramente distinguible de molino de viento mediterráneo, que se tratará posteriormente. El segundo toma como centro de partida el triángulo formado por Bretaña, Inglaterra y los Países Bajos, donde pudieran haber sido llevados por los cruzados al volver de Palestina y siguiendo las rutas comerciales del sur de Rusia y el mar Báltico.

España a través del Califato de Córdoba, fue la vía de difusión del molino mediterráneo hacia Europa, mientras otros autores como H. P. Vowles y K. Ferdinand sugieren otra ruta a través de la Rusia meridional y los países bálticos (Caro-Baroja, 1996). Esta suposición aporta como prueba el hecho de haberse encontrado en Crimea y otros lugares de Europa, como Dinamarca, molinos de eje vertical que guardan similitudes con los persas (Cádiz-Deleito, 1992).

### *El posible origen occidental de los molinos de viento*

Una tercera tesis aboga porque el origen de los molinos de viento, al menos los de eje horizontal, como son los europeos, es occidental. Pese al descubrimiento de la rueda de viento en eje horizontal del *Aneurion* de Herón de Alejandría, así como a la utilización de transmisión indirecta, a través de engranajes, conocida y aplicada por Vitruvio en sus molinos hidráulicos, el hecho es que no hay indicios para creer que dichos conocimientos fuesen aplicados a la molinería mediante el diseño y construcción de un molino de eje horizontal.

En cuanto a los molinos europeos, las primeras referencias de la existencia de molinos de viento de eje horizontal, son del s. XII, tanto en Francia (en Bretaña) como en Inglaterra. En los Países Bajos, las primeras referencias son del s. XIII.

La aparición de los molinos de viento en Europa puede estar relacionada con las Cruzadas, si bien la coincidencia cronológica puede ser el principal argumento en que se apoya esta tesis. La primera cruzada tuvo lugar al final del s. XI, la segunda a mediados del s. XII y la tercera al final del mismo siglo. No obstante, esta coincidencia puede responder al hecho que tanto las Cruzadas como el progreso tecnológico que tuvo lugar en Europa en esa época fueron consecuencia de un proceso renovador, que se manifestó en todo tipo de activi-

dades, tanto científico-técnicas como económico-sociales. Parece claro que Europa tenía por esa época la capacidad técnica para haber desarrollado un molino de viento a partir de las mejoras realizadas en los molinos hidráulicos. Hay relatos que sostienen que el molino de viento de eje horizontal era ya conocido en Occidente antes de las Cruzadas. El testimonio del trovador normando Ambrosio, historiador de la tercera Cruzada (1190-92), dice acerca de lo ocurrido en el sitio de Acre: “los cruzados habían hecho construir el primer molino de viento que jamás se hiciera en Siria...” (Fernández-Lavandera y Fernández-Rodríguez, 1998). Sin embargo, otros autores sostienen que los cruzados habían visto en Oriente esta tipología de molino de viento y los trajeron a Europa. Las referencias a los molinos de viento son constantes en las órdenes de caballería, templarios, hospitalarios, etc., que desde Antioquía se replegaron hacia Occidente a través de Chipre, Rodas, Creta y Malta (Caro-Baroja, 1996).

### Tipologías de los Molinos de Viento

Las representaciones de molinos de viento de eje horizontal más antiguas que se conocen, revelan la existencia en los últimos siglos de la Edad Media de dos tipos en el noroeste y centro de Europa, y un tercer tipo relacionado con los países del Sur (Caro-Baroja, 1996). El primer tipo, nórdico, es el llamado “molino de poste”, conocido también como molino “de pivote”; el segundo tipo representa una variante del anterior, el molino “de trípode” o sobre machones; y el tercer tipo, más meridional, es el molino de caperuza móvil o “molino de torre”.

Los dos primeros tipos se caracterizan por estar contruidos de madera casi en su totalidad (aunque otros tienen la base de piedra), mientras que el tercero está contruido con pared de mampostería. Los molinos de pivote y de trípode tienen generalmente el recinto dentro del cual se halla la maquinaria (tolva, muelas, ejes, ruedas de puntería, etc.) de planta cuadrangular, presentando por tanto cuatro fachadas. El de torre suele ser de planta circular. Los de pivote y trípode, giran sobre un eje inferior. Solamente el de torre tiene el techo giratorio. En cualquier caso, y debido a la abundancia de su tipología en el área mediterránea, Caro-Baroja denomina “molino mediterráneo” al molino de torre de techumbre giratoria.

Otro estudio detallado (Krüger, 1950) los clasifica como de tipo pivote o nórdico, de tipo holandés o pivote y de tipo mediterráneo, clasificando estos últimos según la forma de las aspas.

### Los Molinos de Viento Mediterráneos

Se pueden distinguir hasta tres tipos de molinos de viento mediterráneos (Krüger, 1950):

A- De velas triangulares, denominados *panémoros*, con eje atravesado por cuatro o más pares de varas. Responden a esta tipología los molinos encontrados en Portugal, Madeira, Azores, algunos de Canarias, Andalucía, Campo de Cartagena, algunos de las Islas Baleares y Grecia.

B- Con un eje que sostiene cuatro aspas rectangulares compuestas cada una por una vara central, dos vergas laterales, paralelas a aquella, y poseen ocho o incluso más travesaños. Es propio de Canarias y del Sur de Francia.

C- También con un eje que sostiene cuatro aspas rectangulares, pero con cuatro o seis vergas laterales y quince o más travesaños (Baleares, La Mancha y Sicilia). Los molinos manchegos sí presentan las cuatro aspas que señala Krüger, pero en las Baleares es común hallar este tipo de molino con seis velas, con mayor número de travesaños y un sobresaliente eje al que se sujetan mediante cables, tal como sucede en el tipo A, la parte extrema de las varas que arman las velas.

La secuencia cronológica de la expansión del molino de viento por la cuenca inferior del Mediterráneo no es bien conocida. Se tiene constancia de que en Creta era ya de uso corriente antes de la dominación veneciana (s. XIII al XVII), y en la Península Ibérica existe gran cantidad de documentos de la época del Califato de Córdoba, en el s. X, en los que se hace patente el uso generalizado de molinos de viento para bombear agua. No obstante, no está precisado si las máquinas que se utilizaban por esta época en el sur de la Península eran de eje vertical u horizontal.

La cultura árabe, en su pleno apogeo, no sólo se limitó a servir de vehículo a la expansión del molino de viento, sino que lo desarrolló y adaptó técnicamente al mejor uso en función de cada área de utilización. Un libro del s. X, escrito por Ibn Musa, trata de máquinas eólicas y describe una de dieciséis palas (Caro-Baroja, 1996). El molino de velas triangulares es más primitivo que el de aspas rectangulares, siendo ambos mediterráneos y de techumbre giratoria (Krüger, 1950). Ello llevaría a pensar que es más temprana la introducción y difusión del mismo por la cuenca sur del Mediterráneo, y que resultan anteriores a los que están más al norte, normalmente dotados de aspas rectangulares.

El molino mediterráneo de la cuenca sur, con su característico rotor a vela, se utilizó para moler grano y para

bombear agua en toda la extensión del imperio musulmán, aunque con las diferencias propias de cada región en lo que se refiere a métodos y detalles constructivos.

Las aspas o velas de estos molinos se fabricaban amarrando telas a las arboladuras o palos del rotor, de forma similar a los molinos persas de eje horizontal, de los que sin duda proceden. La velocidad de giro podía regularse por el procedimiento de soltar o recoger vela, y ésta es, posiblemente, una de las principales ventajas de este tipo de rotor. Tanto las velas como los tirantes de sujeción tenían cierta elasticidad para deformarse, variando el comportamiento aerodinámico del rotor y proporcionándole ciertas cualidades de autorregulación. Una desventaja era que, frente a tormentas imprevistas, las velas se rompían con facilidad.

El modelo más sencillo era el que se utilizaba para sacar agua de los pozos. El rotor, de seis u ocho velas, se apoyaba sobre un rudimentario trípode de madera, desde donde se movía la noria o una rueda con cangilones. Este molino se utilizó bastante en Creta y otras islas del Egeo, y aún se sigue utilizando, aunque acoplado a una bomba de pistón. Se calcula que sólo en las llanuras de Lasithi, en Creta, pudo haber en su momento más de 10000 molinos de trípode, de los cuales la mitad podría estar en funcionamiento en la actualidad (Cádiz-Deleito y Ramos-Cabrero, 1984).

No obstante, no todos los molinos de viento respondían al típico molino de torre y cabezal giratorio, propio de las tipologías mediterráneas de Krüger. Los primeros molinos de grano de eje horizontal eran unos ingenios rudimentarios que contaban con un rotor fijo, sin posibilidad de cambio de orientación en la dirección del viento, debido a que los posibles mecanismos de regulación de la orientación resultaban complicados para la época.

Con el tiempo, estos molinos se fueron perfeccionando hasta llegar a convertirse en los clásicos de tipo torre y vela latina, tipología A de Krüger. La torre, contruida en mampostería, estaba cubierta por una cúpula o techumbre que giraba sobre la torre, donde se alojaban el eje, los engranajes y demás elementos de soporte y mecanismos que transmitían el movimiento a las muelas, situadas en el piso superior del edificio.

El molino de viento mediterráneo de vela alcanzó, durante los s. XII y XIII, bajo dominación almohade, una gran difusión en toda la cuenca sur del Mediterráneo. Como se ha comentado, en los molinos de esta zona aparecen como factor común las características esenciales del mismo: su tipología de tipo torre y el sistema de velamen. Sin embargo, existe una

gran variedad en cuanto al número y disposición de las velas así como en las características arquitectónicas de la torre. Así, los molinos de viento mediterráneos de la zona oriental, muy abundantes sobre todo en las islas de Creta, Jónicas y del Egeo, como Mykonos, en las que hay escasez de aguas superficiales y escorrentías, y abundancia de vientos, presentan una torre cilíndrica de mampostería revocada y una cubierta realizada en chamiza; además su arboladura consta de diez o doce palos con sus correspondientes velas triangulares, al estilo latino. También se conoce la existencia de molinos de este tipo cretense en Sicilia y Rumanía.

Estos molinos llegaron a la Península Ibérica, conservando en el sur de la misma las características esenciales del cretense en cuanto al esquema general de la torre y su sistema de rotor. Sin embargo, en el número y disposición de las aspas o velas y otros detalles de configuración de la torre, como la techumbre o chapitel, existen diferencias notables, incluso entre regiones próximas.

### Los Molinos de Viento de la Península Ibérica

En la Península Ibérica coexistieron molinos de tipo nórdico con otros de eje vertical al estilo persa y, por supuesto, el más extendido molino de torre mediterráneo (Caro-Baroja, 1952).

En Portugal, la primera referencia de molino de viento conocida fue por Ibn Mucane, que vivió en Alcábaldeche, cerca de Lisboa, sobre el año 1000 dC. En un poema indica que "...los molinos movidos por las nubes sin necesidad de manantial...". Eso ocurre en plena dominación árabe, y se desconoce si se trataba de molinos de eje horizontal o vertical. Los molinos de eje vertical encontrados luego fueron introducidos en el ámbito antillano para su empleo en la industria del azúcar, con el nombre de "molino portugués". En cualquier caso, en Portugal el molino más típico, sobre todo en el centro y sur del país, es el mediterráneo de torre y cuatro velas triangulares, a diferencia del cretense. La torre más extendida es de mampostería de piedra, cilíndrica o ligeramente troncocónica, y la cubierta es cónica rotatoria, a base de tablazón de madera. El eje está sostenido por el armazón de la cubierta y generalmente lo hace girar un mecanismo dentado o engranaje interno. La torre, al poseer en la mayoría de los casos sólo la planta baja y la planta de molienda, es bastante baja.

Estos molinos cuentan con un ingenioso dispositivo acústico para avisar al molinero de los cambios de viento que pudieran acaecer durante la molienda. Este

sistema consistía en unas vasijas cerámicas que, atadas en los tirantes del rotor, producían distintos sonidos en función de la incidencia del viento en sus embocaduras.

En territorio portugués (Krüger, 1931) los molinos de torre existentes pueden adoptar tipologías distintas; así, los hay con la torre de planta circular, cilindro-cónica en su alzado, hecha de maderas colocadas verticalmente, con el extremo de una superpuesta al de las otras; otro tipo tiene igualmente la torre de madera, pero la planta es menos circular, casi ovalada, y la altura bastante menor; un tercer tipo tiene la torre de mampostería, cilíndrica, no muy alta, blanqueada con cal; y por último, la torre de mampostería, cilíndrica, pero algo más alta que las anteriores. Pese a la variedad, todos responden a la tipología de "molino mediterráneo", que engloba al molino de viento de torre, con caperuza giratoria para buscar los vientos. En Portugal existieron los molinos de viento en gran número. En las cercanías de Amadora, en un diámetro de 25km hay en torno a 100 de estos molinos. En las zonas rurales han estado en funcionamiento hasta mediados del s. XX, cubriendo las necesidades de la economía rural. En las Islas Azores, por su situación en el Atlántico donde son un lugar de encuentro de gentes de orígenes muy diversos, es posible encontrar todas las tipologías descritas, desde molinos nórdicos o de pivote hasta mediterráneos y de eje vertical. En la Isla de San Jorge, zona de Velas, es posible encontrar ejemplares tan raros como el de un molino de torre que aparece con aspas de madera, a la manera de perfiles aerodinámicos de los modernos aerogeneradores.

En España, los molinos de viento debieron ser más numerosos aún, e incluso anteriores que los de Portugal. En agosto de 1490 (Caro-Baroja, 1996), un grupo de españoles se presentaron ante el rey Juan II de Portugal, indicándole que eran conocedores de cómo hacer ingenios y artilugios con los que se podía elevar aguas de pozos y lagunas, etc., sin bestias ni otra fuerza viva, y el rey, reconociendo que el "invento" que presentaban los españoles era útil, les concedió una verdadera patente, consistente en un privilegio para que durante al menos cuarenta años nadie pudiera hacerles la competencia en la construcción, acerca de cuyo desenvolvimiento se establecían una serie de cláusulas. Por tanto, los españoles en el s. XV ya estaban introduciendo en Portugal un tipo de molino de viento para elevar agua, probablemente como los del Campo de Cartagena.

En España, los molinos de viento mediterráneos más primitivos, de velas, aparecen inicialmente en los reinos musulmanes. Así, en los molinos andaluces, la torre es mayoritariamente cilíndrica, con

muros de mampostería muy gruesos, casi siempre revocados y encalados. Estos muros, contruidos generalmente con piedra y arcilla, pueden proporcionar a la torre una altura de hasta 8m. El rotor, a base de vela latina, suele tener seis u ocho velas dispuestas sobre tres o cuatro pares de árboles o palos. En el Campo de Cartagena se utilizaron unos molinos bastante parecidos a los andaluces, pero adaptados no sólo a la molienda de cereales, sino también para el bombeo de agua, entre otros usos. Estos últimos molinos presentaban dos conjuntos de engranajes, puesto que el movimiento del eje descendía a lo largo de la torre mediante un eje vertical para acabar moviendo, en un eje horizontal, una noria o rueda de cangilones. Solían emplear ocho velas latinas para los molinos empleados en la molienda y diez velas para los dedicados a bombeo de agua.

Los molinos de viento manchego y mallorquín pueden considerarse variantes del molino mediterráneo de vela, especialmente por la construcción de la torre, pero la forma y construcción de las aspas, que no velas, podría ser más bien de influencia europea, entrando dentro de la tipología C de Krüger. No obstante, en las Baleares sí existe algún ejemplar de molino de viento con velas, al más puro estilo mediterráneo de tipología A. El resto de molinos españoles se alejan de la tipología A.

### La expansión de los molinos de viento en España

La época del Califato cordobés jugó un papel fundamental en la difusión y expansión del molino de torre a velas mediterráneo, extendiéndolo a la vecina Portugal. Las más antiguas referencias a molinos de viento relacionadas con países de la ribera mediterránea se encuentran en textos que se refieren a España (Caro-Baroja, 1996). En tiempos de la España califal, en pleno s. X, ya eran conocidos los molinos de viento, si bien los hidráulicos estaban más difundidos (Lévi-Provençal, 1932).

Una curiosidad resulta el desconocimiento de Juanelo Turriano, ingeniero al servicio de un rey de España en el s. XVI, acerca de los molinos de viento, y más aún cuando los mismos se conocen en España desde el s. X ó XI. Turriano afirma y justifica en un compendio de la ingeniería del momento, que ni en España ni en Italia hubiera molinos de viento, y ello "a causa de la irregularidad y fuerza de los vientos" (Turriano, 1996). En su época ya estaban en pie una gran cantidad de molinos en el sur de la Península y en La Mancha. No obstante, realiza un grabado con los fundamentos de funcionamiento de este tipo de molinos, aunque se trata de un me-



canismo tecnológicamente ya superado. Describe el mecanismo de un molino de viento con aspas paralelas a la fábrica, eje completamente horizontal y con estructura de planta rectangular, lo que impide la construcción de una caperuza giratoria.

El primer molino de viento del que se tiene constancia en España es el de Tarragona, de finales del s. X o principios del s. XI, si bien se desconoce con exactitud si era de eje horizontal o vertical (Lévi-Provençal, 1932).

En el año 1200, Pedro II de Aragón concedió a Pedro de Vilanova la exclusiva para la construcción de molinos de viento en cualquier parte de sus territorios, con la obligación de entregar al soberano la décima parte de sus ingresos (Lacarra, 1977). Hacia 1330, Juan Ruiz, Arcipreste de Hita, conocía la existencia de algunos molinos de viento en Castilla-La Mancha según indica en un par de versos que repite en su obra *El libro del Buen Amor*. En ellos se refiere con el nombre de *atahonas*, que era el término utilizado para referirse a los molinos de tracción animal en su época. En el *Libre de Consellers* del Archivo Municipal de Castellón (1389) se encuentran referencias a los molinos de viento (Seijó-Alonso, 1977). En la *Crónica del halconero de Juan II*, editada por Carriazo, se indica que el 15 de junio de 1441 hubo una escaramuza "...en los molinos de viento, camino de Tordesillas..." (Caro-Baroja, 1996). Pedro Azlor en 1478, y Jerónimo de Ayanz en 1606, originaron patentes de invención de molinos de viento (Ayala-Carcedo, 2001).

Existen dos fuentes iconográficas fundamentales para el conocimiento de la localización de molinos de viento y el análisis de su tipología en Europa, y particularmente en España, durante la segunda mitad del s. XVI: i- la colección de vistas de ciudades españolas de Anton Van der Wyngaerde, pintor flamenco a quien Felipe II le encargó recorrer la Península, lo que hizo entre 1562 y 1571, y ii- las numerosas vistas de ciudades realizadas durante un viaje que hicieron Brawn y Hoefnagel a España en el período 1563-1567 y que publicaron en varios volúmenes en Colonia, en 1572, bajo el título de *Civitates Orbis Terrarum* (Sánchez-Molledo, 1995b). De la primera de las fuentes se observan, entre otros, un molino de viento de trípode en Málaga y otro en Cádiz; un molino de trípode junto a otro de torre aparecen en Chinchilla de Montearagón, y otro molino de torre en el Puerto de Santa María. De la segunda de las fuentes, se observan dibujos de molinos de viento de trípode en Cádiz, Málaga, Sevilla, Marchena y Lebrija (Sevilla).

La distribución geográfica de los molinos de viento en España puede



Figura 1. Molino de viento en Conil de la Frontera (Cádiz, Andalucía)

apreciarse en un magnífico texto de Caro-Baroja (1952). En un nuevo mapa (Sánchez-Molledo, 1987), limitado a España, se corrige y aumenta su dispersión por todo el territorio. Aunque la identificación del molino de viento con el paisaje español corresponde universalmente al paisaje manchego, otros lugares del país han contado con la silueta de estos ingenios eólicos. Así, han formado parte del paisaje vasco y gallego, Andalucía atlántica y mediterránea, de las Islas, de Levante, Cataluña y hasta de Aragón. En 1998 se elaboró un mapa actualizado de los molinos de viento en España, si bien la mayoría de las nuevas aportaciones resultan de referencias históricas. Así, indican la presencia de un molino de viento en Madrid basándose en el plano que de la ciudad realizara Pedro de Texeira en 1656, en el que se aprecia un molino de cuatro aspas, similar a los manchegos. Igual ocurre con la referencia a Málaga y Tarragona (Fernández-Lavandera y Fernández-Rodríguez, 1998).

#### *Los molinos de viento en Andalucía*

El molino de viento andaluz responde mayoritariamente a la tipología A de molino mediterráneo de Krüger. Genéricamente, la torre es cilíndrica, aunque hay algunas ligeramente tronco-cónicas. Sus muros son muy gruesos, construidos en mampostería de piedra o arcilla, de hasta 7 u 8m de altura y alguno menos de diámetro. El rotor suele tener cuatro u ocho velas latinas (triangulares, de lienzo), dispuestas sobre dos planos ligeramente desplazados. Existen bastantes referencias respecto a los molinos existentes en territorio andaluz en Caro-Baroja (1952), quien da

por bastante conocidos aquellos de Conil y Vejer de la Frontera, en la provincia de Cádiz (Figura 1). Destaca otros dos antiguos molinos en Sevilla y uno en Málaga, y considera, de las citas de Madoz, los molinos de la comarca onubense del Andévalo: ocho en El Alosno, tres en Cabezas Rubias, uno en El Cerro, tres en Santa Bárbara, 12 en Valverde del Camino, así como los numerosos existentes en la Puebla de Guzmán. Caro-Baroja (1952) desconoce la existencia de los molinos de viento almerienses y concede gran importancia al conjunto de molinos situado en la Puebla de Guzmán, provincia de Huelva, así como a los gaditanos. También aparecen una serie de láminas que representan al menos dos tipos de torre en los molinos existentes en Vejer de la Frontera (Alvar-López *et al*, 1961). Sánchez-Molledo (1987) revisó el mapa de los molinos de viento en España; en la provincia de Jaén indica indicios de un molino en Linares, sobre la segunda mitad del s. XVII a través de un dibujo de P. M. Baldi, reconoce 18 molinos en la Puebla de Guzmán, 11 en el Almendro, dos en Ayamonte y dos en Sanlúcar de Guadiana a través de los escritos de Tomás López. También según Madoz, existen ocho molinos en El Alosno, tres en Cabezas Rubias, uno en El Cerro del Andévalo, tres en Santa Bárbara y 12 en Valverde del Camino (al igual que Caro Baroja). Además, tiene indicios de la existencia de molinos en Santaella (Córdoba), y de uno en Berja y otro en Pozo de los Frailes (Almería), que aún perdura en ruinas. Finalmente, indica la existencia de molinos en Vejer de la Frontera a través de dibujos de Gregorio Prieto, y asume que se conservan ejemplares en Cádiz, Málaga, Marchena y Sevilla.



Figura 2. Molino de viento de Arriba en Aguamarga (Níjar, Almería, Andalucía)

A través de datos etnográfico-lingüísticos recogidos, Torres-Montes (1993) llama la atención acerca de la existencia de molinos de viento almerienses, corroborado oportunamente (Gil-Albarracín, 1992). Sólo en la comarca del Campo de Níjar, existieron en número superior a la treintena (Amezcuca-Ogáyar y Rojas-Sola, 2002). En la obra etnográfica de Alvar-López *et al.* (1961) también existe alguna lámina sobre molinos de viento de la localidad almeriense de Carboneras. Asimismo, en la provincia de Granada, hay indicios de que existieron dos molinos en la localidad de Torre Cardela (Reyes-Mesa, 1998), y otro en el sitio de Matían, término municipal de Cúllar, cerca de Baza (Domene-García y Rojas-Sola, 2001). No existen restos de ninguno de ellos, ni referencia alguna en artículos referentes a la molinería de viento.

En cuanto a la provincia de Jaén, pruebas documentales aseguraban que en La Carolina, capital de las Nuevas Poblaciones de Sierra Morena, existió al menos un molino de viento, cuya tipología se desconoce al no existir vestigios del mismo. En la localidad de Baños de la Encina existió un molino de viento, llamado del Santo Cristo, que ha sido restaurado. A diferencia de los antes referidos, este molino no encuadra en la tipología A de Krüger, sino más bien en la tipología C. Ello obedece a la situación geográfica de la localidad, en la línea de división de las comunidades andaluza y castellano-manchega.

Pese a que todos los molinos referidos, salvo la excepción comentada, quedan encuadrados en el tipo A de Krüger, hay algunas diferencias entre ellos. Sus principios de funcionamiento son simi-

lares, pero llama la atención el distinto sentido de giro de las velas en función de la parte de Andalucía donde se localiza el molino. Los de Andalucía occidental, principalmente onubenses y gaditanos, giran sus velas en sentido dextrógiro, según las agujas del reloj, mientras que los almerienses giraban en sentido levógiro (Figura 2). Esta característica condiciona la situación relativa de los engranajes que transmiten el movimiento del eje horizontal de giro al eje vertical solidario con las muelas. El eje horizontal, también llamado eje de viento, es solidario a una rueda de puntería, denominada a veces rueda catalina, que constituye el engranaje primario. La rueda de puntería está acoplada a un engranaje secundario, llamado linterna, solidario al eje vertical que mueve las muelas. Los molinos de la parte occidental de Andalucía, es decir, onubenses y gaditanos, poseen la linterna delante de la rueda de puntería, en el lado del viento, mientras que los almerienses la tienen situada detrás de la rueda de puntería. Así, y pese a los distintos sentidos de giro de las velas, el sentido del giro de las muelas es similar, sin duda al ser rayadas del mismo modo.

Otra diferencia apreciable es la ausencia de harinal en los molinos occidentales. En los almerienses, la harina caía desde el piso superior hasta el inferior a través de un canal embutido en la mampostería y recubierto de madera, denominado harinal, de tal suerte que el ensacado se realizaba en el piso inferior. En los molinos occidentales esta característica no está presente.

Una tercera diferencia apreciable es que, mientras los molinos occidentales tan sólo disponen de dos pi-

sos, el bajo y el superior, donde se realiza la molienda, en los almerienses existen con dos pisos y camareta. También los occidentales disponen de una sola puerta, frente a dos opuestas de los almerienses.

El estado de conservación de los molinos andaluces es bastante ruinoso en general. Hay acertadas reconstrucciones, como la de la localidad onubense del Almendro, o la jiennense de Baños de la Encina, pero en general el interés sobre estos ingenios es escaso. Aún existen ejemplares en estado tal que permitirían ser adecuadamente restaurados para el conocimiento y difusión de este patrimonio preindustrial, considerándolos como verdaderos museos poseedores de una tecnología digna de estudio.

#### *Los molinos de viento en la región de Murcia*

El molino de viento en la región de Murcia es conocido como molino *cartagenero*, pues su difusión y amplia utilización se extendió por el Campo de Cartagena, comarca natural situada al sureste de la región y con un clima típicamente mediterráneo. Por sus características topográficas y climáticas y sus suelos de buena calidad, esta comarca se ha sustentado, tradicionalmente, en una economía basada en la agricultura de secano o cerealista (Romero-Galiana, 2003). Las características propias de esta comarca han provocado la difusión del molino de viento cartagenero para multitud de usos, a partir de su función primitiva de molturar cereales, siendo ésta su característica más singular (Aranda-Mercader, 2000).

Se trata de un molino mediterráneo en la tipología A de Krüger, similar a los andaluces. Los molinos de viento cartageneros se clasifican en función de su uso en: molinos de viento de cereales o harineros, molinos de viento de extraer agua del subsuelo o de arcaduces, molinos de viento salineros y molinos de viento esparteros.

Los molinos de cereales se introdujeron en el s. XVI y funcionaron regularmente hasta bien entrado el s. XX (Romero-Galiana, 1995b). Entre éstos, al igual que ocurre con los andaluces orientales, pueden distinguirse los de dos cámaras, que son los más usuales, y los de una sola cámara, más modernos pues datan de finales del s. XIX (Aranda-Mercader, 2000).

Los molinos cartageneros para la extracción de agua también presentan variadas configuraciones. En algunos la torre de mampostería no existe y el ingenio está armado sobre una estructura de madera. Lo más común es





Figura 3. Molino de viento mediterráneo, tipología A de Krüger (Cartagena, Murcia)

que la torre sea de obra; dentro de éstos, se pueden distinguir los de ocho palos y los de diez palos, es decir, molinos con ocho velas latinas triangulares y molinos con diez velas (Romero-Galiana, 1995a; Figura 3).

Los molinos de viento salineros, empleados en las salinas del Mar Menor, fundamentalmente podían tener dos usos, triturar la sal obtenida como un molino harinero, o elevar el agua del mar a las propias salinas. Entre estos últimos, al igual que aquellos para la extracción de agua, pueden distinguirse los que no tienen torre de mampostería, basados en una estructura de madera y un solo tímpano que distribuye el agua a las acequias, y los que sí tienen torre de obra, que a su vez pueden presentar uno o dos tímpanos (Romero-Galiana, 1998). Los molinos salineros son perfectamente asimilables a los dedicados a extracción de agua, pero sustituyen la rueda de arcaduces por las palas de los tímpanos, encargadas de distribuir el agua a las acequias de las salinas (Aranda-Mercader, 2000).

Por último, los molinos de viento esparteros se empleaban para picar esparto. Su tipología era similar a los harineros pero con un mecanismo de martillos de piedra que permitiera el abatanamiento.

En 1982 se realizó un inventario de los molinos existentes para ese momento en el Campo de Cartagena. Así, en el término municipal de Cartagena existían 176 ingenios, siendo los más numerosos los dedicados al bombeo de agua (135), seguidos de los harineros (39). Sólo fue catalogado un molino espartero y uno salinero (Romero-Galiana, 1995a).

En la región de Murcia se está realizando una labor encomiable de restauración de los molinos de viento cartagenos. Ejemplo de ello es la rehabilitación del molino de viento en la Diputación Rural de Santa Ana, por el Ayuntamiento de Cartagena con ayudas del Programa Europeo de Desarrollo y Diversificación Económica de Zonas Rurales (PRODER). De este modo se consigue que estos molinos surjan de nuevo en todo su esplendor en sus campos y se pongan en valor, incluso como reclamo turístico (Agüera-Paredes, 2001).

Otros ejemplos lo constituyen los molinos de Torre Pacheco y el molino harinero de Zabala, además del molino de arcaduces de Las Casicas. En el municipio de Torre Pacheco se propone a los turistas y entusiastas de la molinería la "ruta de los molinos", en la que a través de un itinerario prefijado se repasan

dos de las tipologías de los molinos de este enclave, los harineros y los de arcaduces (Agüera-Paredes, 1998).

#### *Los molinos de viento en La Mancha*

Los molinos de viento manchegos, los más ampliamente conocidos y estudiados, responden al tipo de molino mediterráneo C de Krüger. Están formados, al igual que los de origen andaluz, por una torre de mampostería de piedras y adobe. Sobre la torre, rigurosamente cilíndrica, se sitúa una techumbre cónica, en cuyo interior se aloja toda la maquinaria, ejes y engranajes de transmisión. El rotor se compone de cuatro palas fabricadas con un entramado de madera, recubierto de lienzo (Sánchez-Molledo, 1995a).

Los molinos de La Mancha se introdujeron hacia mediados del s. XV y se difundieron ampliamente en los s. XVI y XVII. Su decadencia comenzó a finales del s. XIX, si bien estuvieron en servicio hasta mediados del s. XX (Sánchez-Ruiz, 1995). Aunque de neta influencia mediterránea, su desarrollo está relacionado con los molinos europeos, según se desprende de su semejanza con otros franceses (Fernández-Layos, 1988).

Los molinos manchegos se extendieron por toda Castilla-La Mancha. Existen ejemplares en Madridejos, Quintanar de la Orden, Consuegra y Puebla de Almonacid, en la provincia de Toledo; Alcázar de San Juan, Campo de Criptana y Argamasilla, en la provincia de Ciudad Real; Belmonte y Mota del Cuervo, en la provincia de Cuenca; y Villarrobledo, en la provincia de Albacete (Jiménez-Ballesta, 2001).

Existe una tipología de molino de viento manchego, común a todas las zonas, si bien en determinadas áreas aparecen detalles técnicos o constructivos que los hacen parcialmente diferentes. La torre, cilíndrica, puede alcanzar alturas de hasta 8m. La caperuzza troncocónica posee una altura media de 3m. La torre está realizada en mampostería con las juntas de unión a base de mortero de cal y arena, con el interior enlucido con yeso, y con un diámetro total en torno a los 6m. La torre de un molino manchego alberga tres estancias. La primera, llamada silo o cuadra, es el recinto donde se produce el ensacado de la harina, y allí se encuentran el canalón y el alivio del molino, además de un pequeño pesebre para la bestia del molinero. Se accede por una única puerta, orientada casi siempre al sur (Sánchez-Molledo, 1995a). La segunda es la camareta, donde se encuentran los marranos, dos vigas de madera que sustentan el moledero de la última planta; en esta estancia es común ver una pequeña alacena empotrada en el muro, utilizada para guardar las herramientas y los distintos aperos del molino. También existía una pequeña ventana, justo encima de la puerta de la planta baja. Los marranos sustentan el suelo de la tercera estancia, formado por una especie de tabla de madera, a diferencia de las otras dos (Camuñas-Rosell, 2000). Esta tercera estancia, denominada moledero o habitación de las piedras, es la más ancha, contando con casi 5m de diámetro. A 1m de altura sobre el suelo se abren un total de ocho ventanillos empotrados en el muro; de aproximadamente 22cm de alto y 24cm de ancho, y servían como fiel testigo de los diferentes vientos que penetraban en el molino (ábrego, ábrego hondo, cierzo, norte, solano, matababras, villacañero y toledano; Fernández-Layos, 1988).

En la zona de la Mancha se conservan bastantes ejemplares en buen estado, algunos de los cuales han sido reconstruidos recientemente. Son los más famosos los del Campo de Criptana y Consuegra (Escribano-Sánchez, 2000; Figura 4).

#### *Los molinos de viento en la Comunidad Valenciana*

Los molinos de viento constituyeron referencias del paisaje valenciano durante siglos; su aparición parece ser más tardía, no anterior al s. XVI, y su etapa de mayor difusión y esplendor fue el primer tercio del s. XIX (Seijó-Alonso, 1977). Su tipología ha sido poco estudiada. Las comarcas objeto de mayor atención han sido la de Marina Alta y el Bajo Segura, a través de la obra de Seijó-Alonso. Éstas fueron las comarcas en las que

la molinería de viento presentaba mayor difusión, con usos diferenciados entre la molienda de cereal y la extracción de agua.

Los molinos valencianos se enmarcan dentro del tipo de molino mediterráneo, tipología C de Krüger, con planta circular y torre ligeramente troncocónica con cuatro aspas. Los molinos harineros eran de dos plantas, con camareta intermedia, donde se guardaban aperos y herramientas del molino.

Se conoce la existencia de unos 70 molinos en toda la comunidad, si bien han perdurado los restos de escasamente unos 30 (Bolufer-Marqués, 1998). Ninguno de los molinos aún existentes conserva de manera íntegra ni los mecanismos ni la cubierta tradicional. Se conservan las torres, fabricadas en obra a base de mampostería de piedra, con gruesos muros que llegan a tener más de 1,5m de anchura en su parte baja. Las torres presentan dos puertas de acceso, como los almerienses y cartagenos (Figura 5).

#### *Los molinos de viento en Cataluña*

El primer molino de viento del que se tiene constancia en España es el de Tarragona, de finales del s. X o principios del s. XI, y probablemente fue un molino árabe de eje vertical.

La existencia de molinos de viento en Cataluña se extiende tanto a las comarcas del interior como en la zona de la costa. Pueden distinguirse dos zonas bien diferenciadas, la franja costera desde el Cabo de Creus hasta el Delta del Ebro, y la zona central que corresponde a las comarcas del Alt Urgell, Bagés, Osona, Solsonés, Anoia, Baix Llobregat, Segarra, Urgell, Conca de Barberá, Garrigues, Segrià y Terra Alta (González *et al.*, 1998). El inventario de molinos harineros en Cataluña contempla cerca de 70 unidades, de las cuales unas 25 pertenecen a las comarcas interiores y el resto a la costa.

La mayoría fueron construidos en el s. XVI (González *et al.*, 1995), comenzaron a entrar en desuso en el s. XVII y prácticamente todos fueron abandonados definitivamente en el s. XVIII, desconociéndose en la actualidad hasta su modo de funcionar. Tras el arruinamiento



Figura 4. Molino de viento en la Mancha (Campo de Criptana, Ciudad Real)

de los molinos, algunos fueron empleados como vivienda. En cualquier caso eran construcciones aisladas, no dándose el caso de agrupaciones de molinos como en otras regiones.



Figura 5. Molino de viento en Rojales (Alicante, Comunidad Valenciana)

En general la forma de la torre de los molinos catalanes es troncocónica, con una única puerta orientada al este. La obra es a base de mampostería enlucida con los vanos enmarcados con sillares; normalmente poseen una planta baja y dos pisos, con escalera helicoidal. Debido a la ausencia de la techumbre en todos los ejemplares, es difícil catalogarlos. Está claro que se trata de molinos mediterráneos de torre, y nos aventuramos a decir que se acercan a la tipología C de Krüger. Según testimonios gráficos, la caperuzca de la techumbre sería cónica y de madera o lajas de piedra, y estarían dotados de cuatro aspas. Aún se conservan restos de las lajas de la techumbre en los alrededores de molinos como el de La Morana, en Torreflor (Lérida; González *et al.*, 1995).

En cuanto a su uso, la gran mayoría eran harineros, si bien también los había dedicados al bombeo de agua. Los últimos estudios sobre la existencia de los molinos de viento en Cataluña vienen a llenar un vacío sobre su conocimiento. Estos molinos han sido también habituales en las comarcas catalanas, aunque en proporciones inferiores a los ingenios hidráulicos, algo general en el resto de la Península Ibérica.

#### *Los molinos de viento en el País Vasco y Navarra*

En el trabajo más relevante (Aguirre-Sorondo, 1988) sobre los molinos de viento en el País Vasco (Vizcaya, Guipúzcoa, y Álava) y Navarra se describen los molinos de la zona y se realiza una interesante contribución gráfica sobre los mismos.

Los molinos de viento de Navarra, de los que Aguirre tiene catalogados tres, tuvieron su origen en los s. XIV y XV, y no hay vestigios de ninguno de ellos, por lo que su tipología es desconocida.

En cuanto a los de Vizcaya, éstos son más numerosos, pues al menos hay catalogados siete ejemplares, y existen vestigios de seis de ellos. Su tipología era de tipo torre, con caperuzca giratoria y cuatro aspas, al estilo de la clasificación C de Krüger. La torre tenía 8 o 9m de altura, y estaba realizada con mampostería. Poseen dos puertas, situadas curiosamente a 90 grados.



En Guipúzcoa solamente hay constancia documental de la existencia de un molino de viento en San Sebastián, de tipología desconocida, frente al mar en el barrio de Aiete y que podría datar del s. XIV. En Álava, parece ser que existieron unos pequeños molinos, construidos en su totalidad en madera, que aprovechaban la energía del viento para moler bellotas para el ganado, pero no hay vestigios de los mismos.

Parece ser que los molinos del País Vasco, al menos los vizcaínos, fueron muy posteriores a los navarros. Los vizcaínos surgen en el s. XVIII, probablemente como solución a la gran sequía que se padecía en esas fechas. En la actualidad, muchos de los molinos vizcaínos han sido reconvertidos en viviendas de recreo, por su privilegiada situación.

#### *Los molinos de viento en Galicia*

Galicia es tierra de molinos de viento. Existen inventariados unos 125 ejemplares, de los cuales la mayor parte han desaparecido. Se localizaban mayoritariamente en la costa, ya que en ella existen numerosas áreas de vientos constantes y prácticamente uniformes, y porque la elevada densidad relativa de población de la costa provocaba mayores necesidades de abastecimiento (Bas-López, 1995).

Entre los molinos de viento gallegos, aún siendo todos muy sencillos, pueden distinguirse varias tipologías: los de torre, que son los más numerosos, los de tipo nórdico, de torre giratoria, y los de almacén. Los más comunes son los de torre, entre los que hay inventariados unos 60 ejemplares, y entre éstos pueden distinguirse dos tipos: con cubierta giratoria, al estilo de los molinos mediterráneos, y con cubierta fija.

En los molinos de torre de cubierta giratoria, ésta goza de un sistema de giro a través de ruedas sobre una canaleta practicada en la coronación de la torre. Estos molinos poseen velas triangulares de lienzo, y la mayoría tienen un único moleadero (Bas-López, 1995). Su tipología sería asimilable al tipo A de Krüger. Los molinos de torre de cubierta fija, registrados en el área de Catoira, son un ejemplo único en Europa. Son molinos bidireccionales, es decir, con doble sistema de aspas opuestas, de manera que recogen las dos direcciones de los vientos dominantes, del suroeste y del noreste. Sus aspas son de madera y su tecnología bastante rudimentaria. El ejemplo más representativo es el molino

de Abalo (Fernández-Lavandera y Fernández-Rodríguez, 1998).

Los molinos de torre giratoria, tipo pivote, concentrados todos ellos en la costa norte gallega, no han llegado en pie a nuestros días, aunque hay catalogados más de 10 ejemplares. La torre era cilíndrica con base de piedra y la parte superior, que incluía los mecanismos y el moleadero, era giratoria de madera. Poseían un sistema de giro a través de ruedas.

Por último, los molinos de almacén, poco representativos, poco significativos pues sólo se conocen tres ejemplares, se caracterizaban por no presentar torre, sino el almacén que servía de soporte para los mecanismos del molino. Son más modernos, puesto que el material de toda la maquinaria es hierro o zinc (Bas-López, 1995).

#### *Los molinos de viento en las Islas Baleares*

Las Islas Baleares suponen la mayor concentración de molinos de viento harineros de España. Recientes estudios han concluido que hay inventariados en las Islas cerca de 900 molinos de viento, todos ellos harineros. Sólo en Mallorca hay más de 800. También los hay para extraer agua, cuyo número parece ser que supera los 2000 en la mayor de las Islas (Rabassa-Oliver, 1995).

El molino balear, al igual que el manchego, encaja en la tipología C de Krüger, aunque presenta seis aspas (o antenas, como las llaman en las Islas) en lugar de cuatro. Tiene normalmente una torre más esbelta que el molino manchego y puede presentar dos particularidades: la base y el cintell.

La torre, normalmente de 8 a 10m de altura, no suele tener más de 3 o 4m de diámetro, y sus muros de mampostería tienen espesores de 60cm a 1m. El acceso a la torre del molino balear es a través de una o dos puertas; dentro pueden presentarse dos o tres estancias o pisos. La mampostería suele ser a base de piedras irregulares ligadas con mortero de cal y arena. Su exterior suele presentarse enfoscado mediante una capa de mortero, aunque hay otras de piedra vista. Es bastante habitual verlo situado sobre la llamada base, normalmente de planta cuadrangular o circular, construida de mampostería, y que se empleaba como vivienda del molinero y almacén; presenta una o dos plantas con alturas hasta unos 5m y de 10 a 15m de lado (Rabassa-Oliver, 1995). Otro elemento interesante del molino balear es el llamado cintell, o plataforma maciza de poca altura (2m como máxi-

mo) construida alrededor de la torre, sobre la cual se sitúa el molinero para aparejar o envelar el molino.

Existen tres tipologías propias dentro de la Isla: el molino de viento con base, el molino con cintell y el molino sin base ni cintell. Como se indicó al tratar de las tipologías de modelo mediterráneo, la particularidad del molino balear radica en la presencia de seis aspas o palas, con un original sistema de atirantado para darle forma y rigidez al rotor, similar al de los molinos de velas. No obstante, en Baleares coexistieron las tipologías A y C de molino mediterráneo.

En los molinos de viento de las Islas Baleares, la orientación de la caperuza no se realiza como en los demás, a base de torno de arrastre, palo guía e hitos, sino mediante una palanca que se introducía en una serie de agujeros practicados en la mampostería de la torre, al objeto de apalancar el anillo de apoyo de la caperuza sobre el anillo base de la torre, consiguiendo así el giro de uno sobre otro, buscando así el viento dominante.

Es común observar en las Islas Baleares como, en los lugares en los que había corrientes dominantes, se formaban agrupaciones de varios molinos, conocidas con el nombre de molinar (Rabassa-Oliver, 2001).

#### *Los molinos de viento en las Islas Canarias*

El molino de viento canario responde al tipo B de Krüger, con cuatro aspas y sólo dos vergas cada una de ellas, estudiados fundamentalmente en las islas de Lanzarote y Fuerteventura, aunque también existían en Tenerife (Cádiz-Deleito, 1992).

Al desarrollo de los molinos de viento en las Islas Canarias contribuyó, sin duda, la escasez de cauces fluviales, junto al gran potencial eólico de islas como Fuerteventura, Lanzarote e incluso Tenerife; ello debió hacer que el uso de estos molinos se extendiese, en las primeras etapas de la colonización, con el fin de moler la harina y el gofio. Los primeros ejemplares documentados datan de 1505. Además de los tres lugares citados, también hay molinos de viento en La Palma (Sánchez-Molledo, 1995b).

El molino de viento canario más abundante tiene una torre cilíndrica o troncocónica, algo elevada sobre una plataforma, en la que hay dos estancias que se comunican por el exterior. En cuanto al tipo y número de aspas existe una mayor variedad, pues junto al típico de cuatro aspas, existen otros

cuyo rotor tiene seis o más aspas rectangulares o trapezoidales, unidas por cuerdas a la prolongación del mástil (Cádiz-Deleito, 1992).

También eran comunes, sobre todo en La Palma, los molinos sin torre, simplemente con un armazón, normalmente de madera, donde se instalaba el ingenio. Su utilidad se ceñía más al bombeo de agua que a la molienda de cereal o gofio, y había variantes con ocho velas y con seis u ocho aspas trapezoidales (Caro-Baroja, 1996).

#### Otros molinos de viento españoles

Hasta aquí se han recogido las tipologías de molino de viento más generalizadas en las regiones de España donde más abundan. Se sabe de la existencia de algún ejemplar en la Tierra de Campos, en las provincias de Valladolid y Zamora (Fernández-Lavandera y Fernández-Rodríguez, 1998). Al parecer su estado es ruinoso, si bien podría haber unos veinte ejemplares en la zona. Tienen la particularidad de realización de las torres con tapial, muy abundante en la zona, frente a la mampostería de piedra. También en León había catalogados (Alonso-González, 1993) dos molinos para la extracción de agua (en Puente Castro y La Bañeza) y otros dos para la molienda de grano (Laguna de Somaza y Villameca). En Aragón nos consta su presencia en la provincia de Zaragoza, concretamente en las localidades de Malanquilla, Tabuena, Torralba de Ribota y Sestrica; estos molinos entrarían dentro de la tipología C de Krüger (Sebastián-Maestre, 1990). No se han encontrado fuentes que informen sobre la existencia de molinos de viento en Extremadura, Asturias, Cantabria y La Rioja.

#### REFERENCIAS

- Agüera-Paredes C (1998) Los molinos de viento en la villa de Torre Pacheco (Campo de Cartagena, Murcia). *Actas II Jornadas Molinología*. Terrassa, España. pp. 420-424.
- Agüera-Paredes C (2001) Rehabilitación del molino de viento en la Diputación Rural de Santa Ana. *Actas III Jornadas Nacionales Molinología*. Cartagena, España. pp. 11-17.
- Aguirre-Sorondo A (1988) *Tratado de molinología (Los molinos de Guipúzcoa)*. Eusko Ikaskuntza. San Sebastián, España. 841 pp.
- Alonso-González JM (1993) *Los molinos tradicionales de la provincia de León*. Ediciones Leonesas. León, España. 62 pp.
- Alvar-López M, Llorente-Maldonado A, Salvador-Caja G (1961) *Atlas Lingüístico y Etnográfico de Andalucía*. Universidad de Granada. España. Vol. I. Láminas 246.1 y 246.2.
- Amezcuca-Ogáyar JM, Rojas-Sola JI (2002) Recuperación gráfica en ingeniería del molino de viento del Collado. *Proc. XIV Int. Cong. Eng. Graphics* (CD), Santander, España. pp. 232-242.
- Aranda-Mercader JD (2000) *El dominio del viento*. Caja de Ahorros del Mediterráneo. Consejería de Educación y Cultura de la Región de Murcia. Cartagena, España. 207 pp.
- Ayala-Carcedo FJ (dir.) (2001) *Historia de la Tecnología en España*. Vol. 2. Ed. Valatenea, Barcelona, España. 416 pp.
- Bas-López B (1995) Recursos y técnicas en los molinos de Galicia. Una síntesis de las tipologías. *Actas I Jornadas Nacionales Molinología*. La Coruña, España. pp. 725-734.
- Bolufer-Marqués J (1998) Els molins de vent del país valencià: Una aproximació. *Actas II Jornadas Molinología*. Terrassa, España. pp. 432-442.
- Cádiz-Deleito JC (1992) *Historia de las máquinas eólicas*. Tabapress. Madrid, España. 130 pp.
- Cádiz-Deleito JC, Ramos-Cabrero J (1984) *La energía eólica: tecnología e historia*. Blume. Madrid, España. 221 pp.
- Camuñas-Rosell PL (2000) *El Molino manchego*. Azacanes. Olías del Rey, España. 65 pp.
- Caro-Baroja J (1952) Disertación sobre los molinos de viento. *Revista de Dialectología y Tradiciones Populares, Tomo VIII, Cuaderno 2º*. Bermejo. Madrid, España. pp. 213-366.
- Caro-Baroja J (1996) *Tecnología popular española*. Ed. corregida. Galaxia Gutenberg. Madrid, España. 596 pp.
- Domene-García J, Rojas-Sola JI (2001) Estudio histórico de los molinos harineros en el altiplano de Baza. *Actas III Jornadas Nacionales Molinología*. Cartagena, España. pp. 211-223.
- Escribano-Sánchez F (2000) *Los molinos de viento del Campo de Criptana a mediados del siglo XVIII*. Diputación Provincial de Ciudad Real. Ciudad Real, España; 227 pp.
- Fernández-Lavandera E, Fernández-Rodríguez CM (1998) *Los molinos: patrimonio industrial y cultural*. Grupo Editorial Universitario. Granada, España. 306 pp.
- Fernández-Layos JC (1988) *Los molinos de La Mancha*. Colección Temas Toledanos. Diputación Provincial. Toledo, España. 48 pp.
- Forbes RJ (1964) *Studies in ancient technology*. Vol. 4. 2ª ed. E. J. Brill. Leiden, Alemania. 259 pp.
- Gil-Albarracín A (1992) *Arquitectura y tecnología popular en Almería*. Bonet Girabert. Almería, España. 383 pp.
- González JR, Rubio D, Rodríguez JI, Markalain J (1995) Molinos de viento en el occidente catalán. *Actas I Jornadas Nacionales Molinología*. La Coruña, España. pp. 313-334.
- González JR, Rodríguez JI, Rubio D (1998) Los molinos harineros de viento en Cataluña. *Actas II Jornadas Nacionales Molinología*. Terrassa, España. pp. 443-454.
- Jiménez-Ballesta J (2001) *Molinos de viento en Castilla-La Mancha*. Llanura. Piedrabuena, Ciudad Real, España. 199 pp.
- Krüger F (1931) Notas etnográficas-lingüísticas da Póvoa de Varzim. *Boletim de Filologia*. Tomo IV: 1-2. Lisboa, Portugal. 276 pp.
- Krüger F (1950) *Geographie des traditions populaires en France*. Cuadernos de Estudios Franceses. Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza, Argentina. 255 pp.
- Lacarra JM (1977) *Aragón en el pasado*. Espasa-Calpe. Madrid, España. 227 pp.
- Lévi-Provençal E (1932) *L'Espagne musulmane au X<sup>e</sup> siècle*. Larose. París, Francia. 272 pp.
- Rabassa-Oliver B (1995) Inventario de los molinos harineros de viento en las Islas Baleares. *Actas I Jornadas Nacionales Molinología*. La Coruña, España. pp. 277-288.
- Rabassa-Oliver B (2001) Los molinos del Jonquet de Palma de Mallorca: su historia y restauración. *Actas III Jornadas Nacionales Molinología*. Cartagena, España. pp. 489-496.
- Reyes-Mesa JM (1998) Fuerzas motrices aplicadas a los molinos harineros de la provincia de Granada. *Actas II Jornadas Molinología*. Terrassa, España. pp. 115-123.
- Reyes-Mesa JM (2001) *Evolución y tipos de molinos harineros: del molino a la fábrica*. Edición del autor. Granada, España. 153 pp.
- Romero-Galiana C (1995a) Los molinos de viento cartageneros, retazos de su historia, funcionamiento, tipología, estado actual y consideraciones ante su problemática restauración. *Actas I Jornadas Nacionales Molinología*. La Coruña, España. pp. 235-246.
- Romero-Galiana C (1995b) Cómo muere un molino cartagenero y otras curiosidades molineras de mi tierra. *Actas I Jornadas Nacionales Molinología*. La Coruña, España. pp. 247-258.
- Romero-Galiana C (1998) Los molinos de viento en las salinas del Mar Menor. *Actas II Jornadas Molinología*. Terrassa, España. pp. 474-484.
- Romero-Galiana C (2003) *Antología de los molinos de viento Cartagena, siglo XXI*. Consejería de Cultura, Patrimonio Arqueológico y Festejos. Cartagena, España. 128 pp.
- Sánchez-Molledo JM (1987) Los Molinos de viento en España: Evolución Histórica y situación actual. *IV Jornadas Etnología de Castilla-La Mancha*. Toledo, España. pp. 199-212.
- Sánchez-Molledo JM (1995a) Tecnología del Molino de Viento. *Actas I Jornadas Nacionales Molinología*. La Coruña, España. pp. 757-771.
- Sánchez-Molledo JM (1995b) Evolución de los molinos de viento en la Península Ibérica. *Actas I Jornadas Nacionales Molinología*. La Coruña, España. pp. 773-787.
- Sánchez-Ruiz FJ (1995) Los molinos del corazón de La Mancha. Alcázar de San Juan. *Actas I Jornadas Nacionales Molinología*. La Coruña, España. pp. 415-425.
- Sebastián-Maestre JA (1990) Molinos harineros en Malanquilla, Tabuena, Torralba de Ribota y Sestrica. *Narría: 51-52*. Universidad Autónoma de Madrid. España.
- Seijó-Alonso FG (1977) *Molinos de viento en tierras de Alicante*. Monografías regionales. Alicante, España. 52 pp.
- Torres-Montes F (1993) *La artesanía, las industrias domésticas y los oficios en el campo de Níjar. Estudio lingüístico y etnográfico*. Instituto de Estudios Almerienses. Almería, España. 228 pp.
- Turriano J (1996) *Los veintinueve libros de los ingenios y máquinas de Juanelo Turriano*. Tomo III. Fundación Juanelo Turriano y Doce Calles. Aranjuez, España. pp. 323-432.
- White L (1973) *Tecnología medieval y cambio social*. Paidós. Buenos Aires, Argentina. 190 pp.