

LA CORONA DE ARAGÓN Y SU PRODUCCIÓN DE PAPEL EN ÉPOCA BAJO MEDIEVAL, SIGLOS XIII-XV

M. Carme Sistach Anguera

Química. Jubilada. Archivo Corona de Aragón

csistach@telefonica.net

Resumen: El trabajo referencia la presencia de molinos citados como harineros en La Corona de Aragón en S. XII al XIV, y que posteriormente algunos se habilitan como bataneros. Recogemos la propuesta que los molinos bataneros se usaran también para la producción de papel ya que se destinaban a la producción de tejidos, y su uso está muy relacionado con la trituración de trapos para hacer papel. La energía hidráulica más energética que la de animales, se asocia al deterioro de la fracción de celulosa amorfa respecto a la fracción de celulosa cristalina presente en las fibras. El batido de los trapos y/o vegetales afecta a la degradación de la fibra que se utiliza para hacer papel, y a las características del papel obtenido. Valoramos como condiciona añadir un tratamiento alcalino en diferente momento durante el proceso árabe, hispano árabe, o italiano y el tipo de papel que se obtiene.

La filigrana caracteriza el papel que se hace en el norte de Italia y Fabriano, y su introducción va asociada con la asimilación de otros cambios dentro de este nuevo procedimiento de obtención de papel, en territorio de la península ibérica.

Palabras clave: papel bajomedieval, hispano árabe, filigrana, molinos, Corona de Aragón.

Abstract: This work refers the emplacement of flour mills in early medieval date, centuries XII -XIV, and the later development and the setting up of this flour mills doing work like fulling mills. We embrace the proposal that those fulling mills were used for paper production as the textile production is very close to the paper production with rags and the use of stamps. Stronger hydraulic energy provides higher degradation in amorphous zone of cellulose. This degradation affects to the paper quality and characteristics for the Arabian paper, for the Hispano Arabian paper or for the Italian paper, in correlation with the step when the alkaline treatment for rags is used.

The watermark leads the North Italian and the Fabriano paper production, and this element in Spanish paper goes together with other global changes that affect the implementation of the innovative Italian process for paper in the Iberian Peninsula.

Keywords: medieval paper, Arabian Spanish, Watermark, mills, Crown of Aragon

Introducción

La presencia de molinos en territorio de la Corona de Aragón entre los siglos XII al XIV está documentada en trabajos de investigación y las publicaciones explicitan referencias notariales de compra venta y condiciones de uso, referidas mayoritariamente a molinos harineros y después bataneros (Giro-

nella, 2013). La explotación del molino harinero y las rendas a pagar por su uso y explotación se citan en numerosos documentos notariales encontrados en los archivos de compra venta o de arrendamiento en los fondos notariales de Castelló de Ampurias (1260-1348), de Perelada, de Sant Miquel de Fluvià, y del Archivo de los Condes de Ampurias, este último integrado en el Archivo Ducal de Medinaceli. Se cita con frecuencia su ubicación cerca de un río o de acequias. En los siglos X y XI los molinos estaban en manos de los más poderosos, los nobles y la iglesia, que controlaban su actividad (Bonnasie, 1981). La evolución al molino de energía hidráulica ocurre principalmente en los siglos XI y XII, cuando su explotación estaba en manos de los nobles que recopilaban propiedades, en plena época feudal (Bloch, 1935). La producción de papel evoluciona desde el proceso árabe al hispano árabe y posteriormente al proceso italiano. Después de la integración del reino de Mallorca al territorio de la Corona de Aragón, y de la peste negra (1348), el rey incrementa el control de los recursos hídricos de los ríos.

Existen datos sobre el condado de Ampurias, donde en época del conde Pedro I, hijo de Jaime II (1331-1336) se destruyen una decena de molinos harineros ubicados en la riba del río Muga para ser transformados algunos en molinos bataneros, y que estos se edifican en zonas más cercanas a la Vila de Ampurias, con la creación de una acequia para asegurar el suministro de agua a los citados molinos (Gironella, 2013). Los molinos con batanes tienen una infraestructura cercana a la del molino de papel. No hay constancia de que en esta área se creen molinos de papel, aunque sabemos de la actividad papelera en la zona de Xàtiva y Valencia en esta época. Probablemente, en estas fechas, e incluso antes, los batanes se usarían también habitualmente en los molinos papeleros para triturar los trapos, puesto que la energía hidráulica, aplicada a la trituración de trapos, facilita la producción de papel.

Condicionantes para obtención de papel hispano árabe o papel italiano

En trabajos anteriores hemos descrito características físicas del papel hispano árabe, con identificación de sus fibras mediante reactivos, que permite caracterizar una tipología para referenciar este papel (Sistach, 2005, 2006, 2011). El papel con características de producción hispano árabe, fechado entre los siglos XI al XIV que se conserva en los Archivos, es el resultado del particular proceso de obtención que se usó para hacerlo. Destacamos a continuación algunos de los aspectos relacionados con la manera de hacer papel que condicionan muy particularmente sus características. Consideramos que son cuatro los puntos que en esta época afectan ampliamente la tipología del papel que se obtiene: a) la materia prima y su proceso de maceración, b) cómo se tritura la materia prima, c) las características del utensilio donde se genera la hoja de papel, y d) el encolado de la hoja ya formada.

a) La tina con trapos

El proceso hispano árabe que se aplica a los trapos considerados como materia prima, se realiza con remojo inicial de estos trapos en una tina que contiene cal. Dicha maceración, en medio alcalino, es factible y se aplicó para trapos de lino y cáñamo (Dabrowski, 2006). La presencia de cal en el agua forma hidróxido cálcico, de pH muy alcalino. Esta elevada alcalinidad impide generar microorganismos y la fermentación de los trapos. La trituración posterior aporta hebras cuyas fibras son de longitud considerable y cuyos márgenes muy poco fibrilados conservan en gran medida la estructura inicial que tenían en los trapos y desde su origen en la planta (Figura 1). Las largas hebras de hilazas permanecen visibles, y son características en el papel hispano árabe. La maceración alcalina que se aplica inicialmente a los trapos en el proceso hispano árabe no permite su fermentación y degradación microbiológica. La trituración se aplica después sobre trapos no degradados y es difícil eliminar las hebras de hilo totalmente, a pesar de utilizar la energía hidráulica.

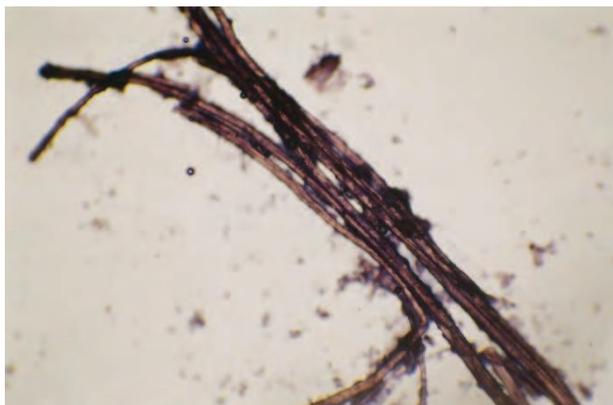


Figura 1. Fibras con poca fibrilación y con almidón en papel hispano árabe (Herzberg)



Figura 2. Fibras cortas, y fibrilación de sus márgenes, en papel italiano S. XV (Herzberg)

El proceso de maceración de trapos se modifica en Fabriano, pues introduce un cambio importante cuando los mantiene durante un tiempo en la tina, sólo con agua, sin añadir cal. En estas condiciones la materia orgánica, básicamente celulosa, es susceptible de desarrollo de hongos y bacterias. El trazo sufre un proceso de podredumbre que altera la fibra por fermentación antes de iniciar su trituración. Las fibras de lino con una notable cristalización en sus moléculas de celulosa, tienen también algunas zonas amorfas. Estas áreas amorfas sin orden molecular ocupan las líneas transversales características de la fibra de lino, y son especialmente sensibles a la degradación microbiológica que generan hongos y bacterias, y allí se produce la oxidación e hidrólisis enzimática de la celulosa.

En China, la materia prima utilizada inicialmente para hacer papel fueron las fibras obtenidas directamente de la planta vegetal sometida al enriado con la correspondiente fermentación previa. Probablemente, los árabes usaron inicialmente también esta materia prima, pero posteriormente usaron trapos. Después del enriado que elimina la parte leñosa, los haces de fibras se ponen en agua con cal en consecutivas etapas de 12 horas, seguidas cada una por un lavado que permite eliminar la cal y con oreo posterior para conseguir separar las fibras en los haces. El recurso de fermentar previamente la planta de lino se aplicaba en Fabriano en el siglo XIII, e incluso antes, y era la manera de obtener los haces y la fibra para producir tejidos. La aplicación de esta maceración previa también a los trapos cuando se quiere obtener papel es una consecuencia lógica para mejorar el rendimiento de obtención de fibras, y la podredumbre inicial que se produce marca el inicio del cambio sobre el procesado de la materia prima, que influye luego en el resultado final del papel que se obtiene.

b) Proceso de trituración de los trapos

Hemos comentado que en el proceso hispano árabe, no se produce podredumbre de los trapos antes de la trituración con mazos. La eficacia de la trituración depende de la energía con que estos mazos trabajan. Sin fermentación previa, los mazos provocan principalmente la disgregación física del trazo, sin que se altere drásticamente la estructura de sus fibras. Sabemos que en la Corona de Aragón la energía hidráulica se conoce y evoluciona en el siglo XIII, aunque no existen referencias sobre su aplicación en molinos papeleros. Su uso está referenciado para molinos bataneros que trabajaban con tejidos y molinos para moler grano. El papel hispano árabe muestra abundantes hebras de hilo largas en superficie y a trasluz que confirma una escasa degradación en sus fibras después de la trituración.

Sabemos que en el proceso italiano, la trituración con mazos se aplica después de un tiempo de pudrición de los trapos. La celulosa está previamente degradada en la tina, y se facilita la trituración y disgregación física de estos trapos con desaparición de hilazas. Las fibras se fragmentan y muestran menor tamaño y mayor fibrilación en sus márgenes. En trapos fermentados sometidos a trituración con cal,

se destruyen las hilazas y permite individualizar y fibrilar fibras que muestran características propias del papel de Fabriano (Figura 2). El fácil acceso del medio alcalino hacia el interior de la fibra, multiplica el efecto de trituración de los mazos. Implementar la pudrición inicial de los trapos exige control del tiempo que estos están en la tina con agua, pues la celulosa no debe degradarse demasiado. La adición de una etapa de pudrición previa a la trituración con cal caracteriza y marca el cambio del proceso de obtención de papel hispano árabe a papel de características italianas. Inicialmente, esta pudrición es relativamente escasa y las fibras en papeles con filigrana de mediados del siglo XIV mantienen una elevada proporción de fibras largas (40%) respecto las fragmentadas (60%). Desaparecen también los restos de tela sin disgregar que a veces aparecen en el papel hispano árabe y que dan constancia de que se utilizaban como materia prima (Figura 3).

Sabemos que la producción de papel a la manera árabe evoluciona a hispano árabe, pues pasan siglos desde que el papel llega a la península Ibérica y la posterior conquista de Xàtiva y Valencia por Jaime I. Transcurre otro siglo hasta que la tecnología desarrollada en el norte de Italia, Lombardía, y Fabriano y su innovación con la incorporación de la filigrana se conoce en territorio de la Corona de Aragón. El recurso hidráulico para triturar el lino y obtener papel se aplicaba en Samarcanda hacia final del siglo X (Don Baker, 1991), pero no se conocen citas de su uso en molinos para hacer papel y trituración de trapos entre los siglos XI a principios del XIV en territorio de la Corona de Aragón, donde sin embargo, sí se cita el uso de molinos bataneros, con recursos hidráulicos para molinos harineros. Esta referencia sirve para corroborar que se aprovechaba energía hidráulica para triturar el grano, y también para los batanes en la elaboración de tejidos, y probablemente se usaría a su vez la energía hidráulica para triturar trapos aunque no se explicita como molino papelero.

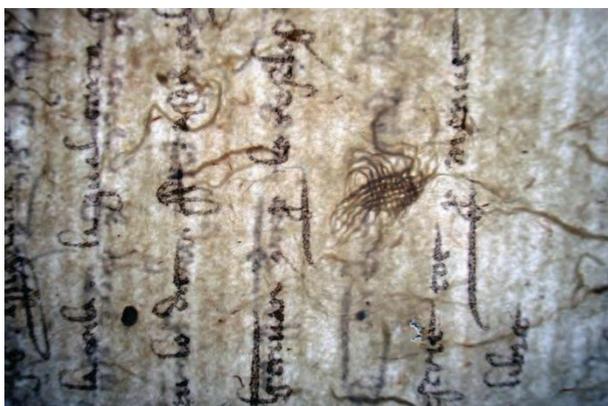


Figura 3. Restos de tela y de hebras de hilo en documentación sobre papel hispano árabe (1342).
Puntizones y corondeles poco marcados

También la rueda de hilar que se conoce ya a inicios del siglo XIII, facilita la obtención de hilo de lino y del tejido correspondiente. Los batanes se utilizan ya en el siglo XII para picar el paño de lana, eran de madera y su energía se utilizó más tarde también para triturar los trapos, y se abastecen de energía hidráulica, dentro de un procedimiento simple y factible de aprovechamiento energético que se aplicó también para obtener papel.

Conocemos estudios científicos realizados en laboratorio para determinar la degradación de la celulosa en algodón sometido a un proceso de molido. Las alteraciones afectan a la molécula de celulosa y a las fibras también (Yu Zeng, et al, 2018; Zhe Ling et al, 2019). El algodón es un material adecuado para evaluar las alteraciones de la celulosa en las fibras durante el molido, especialmente para comprobar la proporción de celulosa cristalina con la proporción amorfa, ya que está compuesto mayoritariamente por celulosa, con muy escasa proporción de otros materiales como hemicelulosa y lignina. El estudio

comprueba cómo se altera la celulosa en las fibras después de moler el algodón. Los datos científicos muestran que se altera la fracción amorfa de la celulosa con mayor sensibilidad a la alteración por trituración de las fibras. Así mismo, las zonas amorfas de las fibras se rompen por trituración, se abren, y en consecuencia se reduce el peso molecular de la celulosa. Los resultados también muestran un ligero incremento de grupos carbonilos. El resultado físico de esta alteración química se manifiesta en más poros y mayor área de superficie en la celulosa molida, lo que le provoca mayor capacidad de absorción de agua y disminución de su estabilidad térmica. Este estudio nos informa de que la condición de la celulosa y de las fibras será diferente después de aplicar a los trapos un tratamiento a la manera hispano árabe o a la manera italiana.

c) La forma de hacer papel

El soporte utilizado para hacer la hoja de papel se llama forma y sus características determinan la estructura física de la hoja que se obtiene, desde su dimensión a la imagen de corondeles y puntizones que se aprecia a simple vista o a trasluz, y estas formas antiguas evolucionan con el tiempo (Jiménez, A I, 2011).

La forma oriental muy simple, es probablemente la que se usa inicialmente para hacer papel en territorio árabe. Tiene una base flexible hecha con cañas, hierba o tiras de bambú, unidas entre sí con fibras vegetales o pelos de animales. Estas formas antiguas podían estar apoyadas pero independientes de una base más rígida y era factible llevarla sobre un fieltro o una pared encalada para depositar la hoja húmeda. El hecho que en el papel árabe no siempre se aprecie esta estructura geométrica indica que la estructura usada para filtrar la pulpa tendría a veces una tela que difuminaba las líneas de cualquier estructura vegetal, o bien que no se aplicaba presión alguna sobre la hoja cuando, todavía húmeda y sobre la forma, se liberaba en un soporte o pared. Las formas utilizadas en la producción hispano árabe hasta mediados del siglo XIV dejan una marca poco visible de corondeles y puntizones en el papel, y mayoritariamente sin relieve destacado en la superficie de la hoja. Los corondeles muestran deformación, y el grosor de los puntizones coincide con lo esperado para cañas u otros vegetales. Una esterilla libre y flexible realizada con vegetales y/o con cuerdas de cáñamo tratadas, justifica también la deformación apreciada para los corondeles de la primera mitad del siglo XIV en papel hispano árabe. Estas marcas de agua típicas del papel hispano árabe las asociamos con la producción que hemos estudiado y caracterizado con detalles morfológicos, físicos y de análisis en sus fibras y encolado (Burón 2003, Sistach 2005, Montalbán 2007, Sistach 2017).



Figura 4. Corondeles con relieve en la marca dejada por la forma en papel italiano (1402)



Figura 5. Relieve destacado de la filigrana del carnero en papel italiano

La propuesta de mejorar la estructura geométrica de la forma donde los corondeles no muestran deformación y en la que los puntizones incrementan notoriamente el relieve que dejan sobre la superficie del papel, la asociamos con la necesidad de ejercer una presión sobre la forma para depositar la hoja

húmeda sobre el fieltro. Este requerimiento se da cuando la forma está fija en un bastidor y no puede manipularse independiente de la base. En el papel de procedencia italiana se aprecia bien esta particular mejora geométrica de la estructura y el relieve que deja la forma en el papel. A su vez, justifica el hecho de introducir la filigrana como marca de agua que está bien ubicada y visible a trasluz. Esta evolución hacia una forma rígida con fijación de la forma a una base, tanto si es de estructura flexible hecha de materia vegetal o de estructura más recia hecha con hilos metálicos, exige cambiar la manera de liberar la hoja recién hecha sobre un fieltro. El uso de una forma fija no enrollable va asociada a la necesidad que luego sea necesario ejercer una presión relativa sobre la ella para permitir la correcta liberación de la hoja húmeda sobre el fieltro. La presión favorece que el perfil de su estructura geométrica quede bien definido en la hoja, incluso también con un relieve marcado en la superficie del papel (Figura 4). Esta presión sobre la forma favorece que el perfil de la filigrana sea también nítido y marcado con relieve en la misma hoja (Figura 5).

En papel hispano árabe destacamos un promedio de 4-5 puntizones por centímetro con grosor considerable debido a que son de caña de bambú u otros vegetales, y amplia separación entre corondeles de 6 a 6,5 cm. Aunque la distancia entre corondeles puede variar, se mantiene una separación amplia entre ellos. Cuando las formas evolucionan, se modifica simultáneamente el proceso de trituración de trapos con la introducción del nuevo procedimiento de hacer papel a la manera italiana. Entonces, la distancia entre corondeles disminuye notoriamente, y los puntizones son más regulares y más finos, por lo que hay un claro incremento progresivo del número de estos puntizones por centímetro. Más tarde, el uso de hilo de cobre para puntizones y corondeles en Fabriano, hace que el número de estos puntizones se incrementa de 7 a 9 o incluso más por centímetro y que la separación entre corondeles disminuye hasta 3cm - 3,5cm. La evolución de la forma, se materializa en que es más tupida con puntizones finos y corondeles más cercanos entre sí, pero mantiene la capacidad de recoger la pulpa y filtrar el agua. La evolución hacia una forma más tupida se asocia con perfeccionar el triturado de los trapos, con la desaparición de las largas hilazas tan características del papel hispano árabe y con que las fibras del papel son más cortas. Sin embargo, la fibrilación de las fibras debe ser moderada porque las muy fibriladas tienen mayor capacidad de retener agua y se requiere más tiempo para drenarla en la forma. La separación de la hoja desde la forma conviene que sea fácil y ágil.

Los primeros papeles hechos a la manera italiana con filigrana muestran puntizones con grosor similar al del papel hispano árabe, lo que indica la pervivencia de la esterilla de estructura vegetal, o también de cuerdas, para la forma que se utilizó inicialmente en Fabriano y Lombardía. La marca que deja la forma en el papel es nítida y sobre todo, tiene cierto relieve. Sin embargo, la documentación en papel hispano árabe en territorio de Castilla y en la Corona de Aragón muestra menor nitidez de la forma y sin prácticamente relieve de puntizones y corondeles en la superficie de la hoja. La incorporación de la filigrana junto con la modificación de la trituración de los trapos ayuda a entender la mejora en la estructura de la forma y su marca en la hoja, porque ahora no hay hilazas y se consigue homogeneizar la distribución de la pulpa con fibras más cortas. Este papel procesado a la manera italiana es más uniforme y de mejor calidad, con relieve de puntizones y corondeles en la hoja.

d) Encolado de la hoja

El encolado del papel se aplica después que la hoja está formada y seca. El tratamiento hispano árabe usa cola de almidón en ambas caras y después se deja secar. El almidón se obtiene del trigo o del arroz, y sobre su proceso de preparación tenemos referencia en el escrito de Karabacek que está descrito y comentado en el texto de Briquet traducido por Carmen Hidalgo Brinquis en el artículo publicado en actas del VII congreso de la Asociación Hispánica de Historiadores del Papel sobre cómo se prepara y aplica la cola (Hidalgo 2005). Karabacek sitúa en el siglo XI el texto original que comenta, aunque casi no hay referencias documentales sobre eso. Este texto cita también el uso de salvado de trigo, además de

cocer el almidón, para obtener la cola. El salvado de trigo permite obtener almidón de la harina residual y este aprovechamiento justifica que muchos papeles hispanoárabes tengan restos de elementos lignificados procedentes de la planta del trigo y de la de arroz. Estos restos lignificados abundan en la superficie del papel y provienen del material usado para encolar, aunque pueden provenir también de las cuerdas de cáñamo utilizadas como materia prima donde perduran elementos lignificados.

Es interesante recordar que una de las descripciones sobre el encolado del papel que cita este texto de Karabacek explica que en una última etapa se rocía la hoja con el cocido de preparar la cola para humedecerla ligeramente después que la hoja está encolada. El texto describe tanto sumergir la hoja en la cola como aplicarla en la superficie. Una u otro procedimiento dependerá del espesor de esta cola, pues sería difícil sumergirla en una cola espesa, pero sí que es factible con una cola más fluida. Destacamos el hecho que el texto conoce y aplica la capacidad de humectación de la cola de almidón para dominar y aplanar la hoja. Esta humectación la asociamos con el plegado de los cuadernillos de papel hispano árabe. Debido al espesor considerable de este tipo de papel, sería difícil de dominar y doblar un cuadernillo grueso formado por muchos folios si el papel está encolado con almidón y muestra cierta rigidez.

El proceso italiano de encolar papel usa cola de gelatina, y la incorporación de este nuevo material para encolar caracteriza y se asocia con todas las otras particularidades descritas anteriormente y que distinguen entre el proceso hispano árabe y el proceso italiano de hacer papel.

La marca zigzag

Expondremos algunos datos recopilados sobre la marca denominada zigzag. Esta marca existe en abundante documentación sobre papel hispano árabe que se conserva en el Archivo de la Corona de Aragón, en volúmenes de Cancillería y de Real Patrimonio. Otros artículos comentan este tipo de papel y coinciden en la descripción de los detalles apreciados en La Corona de Aragón (Chacón, 1998). La marca en el folio está generalmente separada algunos centímetros respecto al pliegue del cuadernillo, y se extiende desde su cabeza al pie del mismo a lo largo de todo el folio. La amplitud del trazo, varía y evoluciona desde 2'0cm-2'5cm al inicio (1236) con frecuencia mide 3cm a 4cm a finales del XIII y durante la primera mitad del XIV. La marca se extiende a lo largo del folio en paralelo al pliegue, y su orientación de trazo muestra cierta inclinación respecto la perpendicular del pliegue del folio. Creemos que esta marca tan característica de la producción hispano árabe se hacía con una finalidad concreta, sin relación con lo estético, sino orientada a una necesidad de finalidad útil para ayudar en el proceso final de fabricación y manipulación del papel. La marca zigzag aparece en los folios con mucho detalle y se aprecia incluso su relieve en la superficie del papel.



Figura 6. Trazo destacado del movimiento de ida y trazo menos marcado en el movimiento de vuelta en la marca zigzag

De la marca, puede distinguirse claramente, el ir y venir del utensilio utilizado para hacerla, y queda claro que no había intención de apretar en el camino de vuelta, mientras que la incisión es profunda en el camino de ida (Figura 6). De lo irregular de la distancia entre las líneas y de que varía su amplitud y el punto de inicio de la incisión, deducimos que cada línea se hacía individualmente. El desplazamiento de fibras indica que se hacía con la pasta húmeda, aunque no completamente mojado, lo que provoca la transparencia en su trazo y la hendidura sobre la superficie del papel. Utilizamos el reactivo de Herzberg para comprobar que quedan restos de almidón dentro del trazo de la marca. Probablemente ésta se haría después de encolar la hoja, y así evitar el riesgo de desgarrar en el folio al hacerla sin la resistencia que aporta el almidón. Algunas marcas insinúan el perfil de un utensilio de madera en el trazo que queda en el folio. La madera era habitual en el proceso de obtención de papel, y no es extraño que se usara también para eso.

Sobre la razón que justifica hacer la marca zigzag no parece que los historiadores hayan conseguido justificarla plenamente. Sin embargo, después de ver muchas, hemos apreciado algunos detalles que modelan y sugieren una intención:

- a) Está situada paralelamente a lo largo del pliegue y separada algunos centímetros de este pliegue.
- b) La marca se localiza con frecuencia en el bifolio exterior de los cuadernillos de los volúmenes, indistintamente en su primer o último folio, según si se ha girado o no el cuadernillo antes de escribir o coserlo.
- c) La amplitud de las líneas de la marca es diferente en la cabeza del folio o en el pie. También la separación entre las líneas de trazo varía progresivamente, y son más cercanas entre sí en un extremo que en el otro (Figura 7).

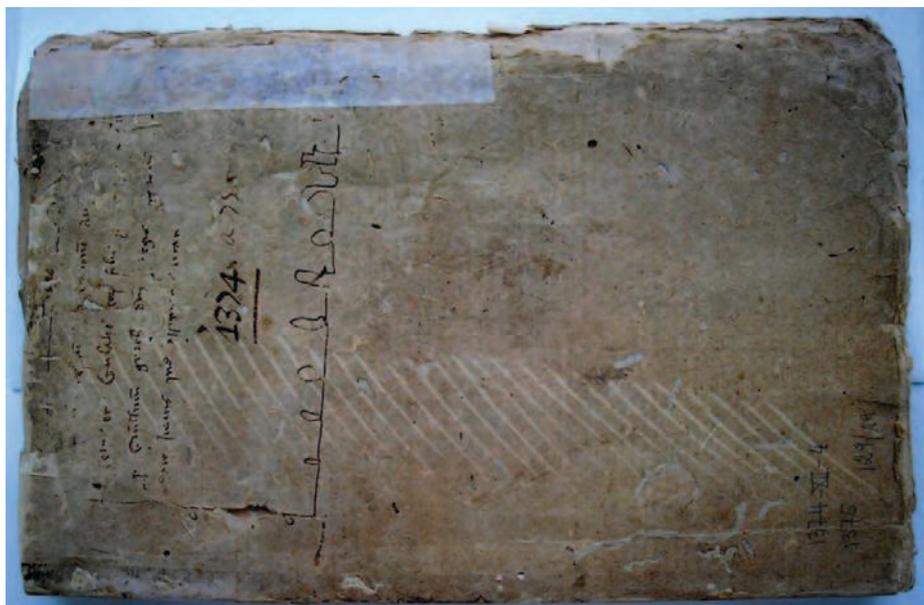


Figura 7. Variación de la amplitud y de la separación entre las líneas del trazo del zigzag en el folio exterior de un cuadernillo de papel hispano árabe

La gradación progresiva de la separación entre líneas en la marca zigzag se explica con el cuadernillo situado en una superficie y con el pliegue cercano al cuerpo de la persona que la hace. En esta posición, el zigzag que se obtiene cuando se aplica repetitivamente la plegadora cerca del pliegue permite doblarlo eficazmente. Experimentalmente se consigue similitud en la gradación de la separación entre las líneas de trazo y también en la variación de la amplitud de estas líneas a lo largo de la zona cercana al pliegue. Ambos aspectos cumple las condiciones descritas en el punto (c) sobre la descripción de la marca zigzag.

Los cuadernillos de papel hispano árabe pueden ser notablemente gruesos, puesto que abundan en los volúmenes de la época aquellos que con 24 bifolio son de 48 folios una vez doblados. También son frecuentes los formados por la mitad de estos folios. En época medieval la docena era una unidad de medida muy común y en este caso se cumple. Los cuadernillos de papel hispano árabe estarían formados por múltiplos de 12 y con un grosor considerable. La repetición del zigzag en el bifolio exterior indica una necesidad práctica que justifique hacerlo así. Doblar todos los folios juntos para conseguir el pliegue del cuadernillo, exige apretar e insistir en esa zona. El hecho de humedecer el papel y usar una plegadora para marcar el trazo en el área cercana al pliegue explica bien la descripción de la marca tal como la hemos comentado. Debido al grosor considerable del papel hispano árabe, comprobamos que es necesario aplicar fuerza para hacer un pliegue con 24 bifolios para conseguir un cuadernillo con los 48 folios. En una recreación experimental de fabricación de papel hispano árabe (Sistach, Rabal, 2011) también se reproduce la marca zigzag en este papel previamente encolado que se humedece para suavizar la dureza del almidón, y así dominar el pliegue. Cuando para hacer la marca se aplica el gesto y el procedimiento descrito anteriormente, el resultado experimental del zigzag coincide con lo esperado. La distribución del trazo y la amplitud de las líneas del zigzag que se obtiene se parecen al diseño que vemos en el papel hispano árabe. Con el resultado de la prueba práctica realizada para reproducir el trazo de zigzag podemos sugerir que la marca se hacía así, y sobre todo explica la razón de hacerla, pues justifica que esté con tanta frecuencia en el folio exterior de cuadernillos, y cerca del pliegue debido a la finalidad práctica de dominar el pliegue. También se justifica su desaparición cuando se encola con gelatina, pues no permite humedecer la hoja lo suficiente con una ligera humectación para dominar la rigidez y el pliegue como ocurre con el almidón.

Primeras filigranas

Recordemos que estudios sobre la historia del papel localizan filigranas en documentos escritos sobre papel con plenas características hispano árabes, y que están fechados alrededor de 1416 a 1418 y durante el primer cuarto del siglo XV en territorio de Castilla (Burón, 2003; Montalbán 2007; Sistach, 2013). Esta importante constatación en documentación proveniente de Castilla, demuestra que en este territorio y en esta época, se incorpora la filigrana dentro del proceso que se utilizaba para obtener papel hispano árabe. Esto prueba que en esta fecha tan tardía todavía se fabrica papel hispano árabe en Castilla, a pesar de que ya llega y se usa también papel con características de papel italiano. En trabajos anteriores, hemos trabajado con 10 documentos en papel de características plenamente hispano árabe que se conservan en el Archivo de la Corona de Aragón, y en los que también existe una filigrana. De éstas se describe su forma, medida y ubicación en el folio (Sistach 2013). El estudio físico de estos documentos se complementa con su estudio histórico y datación. Son cartas reales y nueve de ellas que fueron enviadas desde Castilla muestran las hilazas típicas de un papel hispano árabe, pero con la particularidad relevante que simultáneamente también muestran filigrana. Estas nueve filigranas son singulares pequeñas, ya que no superan los 3cm de largo o ancho (Figura 8). La figura representada por la filigrana es también singular debido a su sencillez, y a que no es un motivo habitual en el papel que proviene de territorio italiano. Se trata de peón y caballo de fichas de ajedrez, estrella de cinco puntas, y algunas tienen formas difíciles de catalogar, que se parecen a una “S” o a dos tramos pequeños de líneas paralelas. Solo una décima carta, sin año explícito, pero situada en 1375, proviene de territorio de la Corona de Aragón, y tiene una filigrana con forma de cigüeña de tamaño parecido a las de origen italiano (10cm x 6cm). A pesar de que se aprecian hilazas como en un papel hispano árabe, el encolado de esta carta es de gelatina, y muy probablemente fue enviada desde Barcelona. Se identifica y sitúa en documentación de Pedro el Ceremonioso, aunque está guardada erróneamente como perteneciente a Alfonso el Magnánimo (documento n. 260). La fecha del documento es muy anterior a la de los otros documentos con filigrana citados anteriormente. Con este documento tenemos constancia de que en esta temprana fecha de 1375, la filigrana se añade a un papel que muestra características de producción hispano árabe en el que también existe cola de gelatina. Este hecho sugiere que la innovación italiana se introduce en la Corona de Aragón mucho antes que en Castilla.

El perfil de las filigranas que vemos en estos documentos de papel hispano árabe muestra un dibujo sencillo, de trazo grueso, basto, y poco definido. Podemos identificar que está de acuerdo con el que aportaría el perfil de un dibujo realizado con cuerda de cáñamo cocido en aceite de linaza, tal como se ha comentado de los materiales utilizados en las antiguas formas para hacer papel.

Comparamos a continuación las filigranas localizadas sobre papel hispano árabe en documentación conservada en el Archivo de La Corona de Aragón (ACA) con datos recogidos en otro artículo que desglosa un estudio sobre documentación del Archivo Municipal de Murcia, el Archivo de la Catedral de Salamanca, La Biblioteca Nacional, y el Archivo Histórico Nacional que intenta catalogar el papel hispano árabe en cuatro grupos, en relación con la época y su producción localizada en áreas del territorio cristiano después de ser conquistado a los árabes (Montalbán, 2007). Este trabajo que cataloga explícitamente en cuatro grupos el papel hispano árabe, describe un grupo en el que, después de consultar los archivos citados anteriormente, también se identifican filigranas sencillas y muy singulares en papel de características hispano árabe. Son registros de cancillería de Juan II, del libro 34 del Archivo Municipal de Murcia y también una ordenación que especifica el precio del papel, redactada en Valladolid y que se conserva en el Archivo de La Villa de Madrid. Es especialmente interesante la coincidencia de fecha, 1425 y 1433, de esta documentación con las cartas reales localizadas en el Archivo de la Corona de Aragón que provienen de territorio de Castilla. Constatamos coincidencia también con la filigrana de una estrella de cinco puntas en documentación guardada en estos archivos antes citados con la de las cartas reales del ACA que provienen de Medina del Campo y Castilla, de Alfonso el Magnánimo, documento n. 890, y de Martín, documento n. 1197, ambas de 1418. Coincide también el hecho que las filigranas localizadas en el 10% de los folios de papel árabe descritas para el registro de Murcia son de tamaño pequeño, muy similar a las descritas antes para la Corona de Aragón.

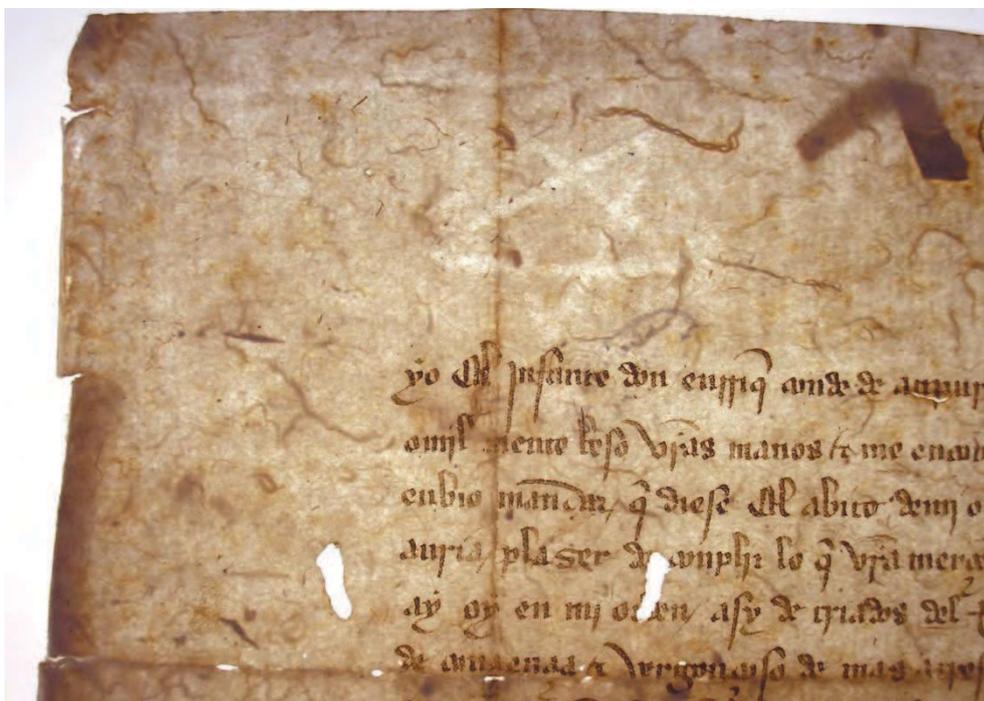


Figura 8. Filigrana de estrella de cinco puntas, y detalle de hebras de hilo en papel hispano árabe. CR. Martín n.1197 Castilla (1418)

A partir de la documentación sobre papel hispano árabe que excepcionalmente tiene filigrana y que hemos localizado en diferentes archivos, destacamos el hecho que el papel hispano árabe perdura en Castilla hasta el primer cuarto del siglo XV, y que probablemente coexistía con el papel de procedencia

y características italianas. Recopilamos que estas filigranas son sencillas con perfil grueso y de pequeño tamaño. Existe pues una producción de papel hispano árabe propia que perdura en el tiempo en esta zona dentro de territorio hispano que ha sido reconquistado a los árabes. En comparación, el papel utilizado en los registros de Cancillería y Real Patrimonio de la Corona de Aragón a partir de la mitad del siglo XIV, tiene características de manufactura italiana, con filigrana de procedencia de Fabriano y Génova. El uso de papel de origen italiano era muy habitual en la documentación que genera la Corona de Aragón alrededor de 1350, pero en fechas similares no ocurre lo mismo en Castilla. Los datos referentes a las filigranas localizadas en papel con características de hispano árabe indican que en documentación de Castilla, la incorporación de las innovaciones que aporta el proceso italiano es probablemente más tardía y menos ágil que en territorio de la Corona de Aragón, y lógicamente se complementa con el uso de cola de gelatina en vez de la cola de almidón.

Conclusiones

El estudio del papel, su producción y características se enriquecen y complementan con la valoración de datos del momento históricos de la propia documentación. La explicación sobre el cambio de una a otra manera de hacer papel precisa ubicar localmente la producción y sus circunstancias. Esta producción local se adapta a los cambios progresivamente y ocurre en el momento que en que es más necesario y su aplicación más fácil. La evolución de la forma coincide con la incorporación de otros detalles de la producción italiana de hacer papel.

La filigrana es el elemento que se incorpora primero al proceso tradicional de hacer papel hispano árabe. Los otros cambios asociados con la innovación que viene de Italia exigen una renovación más lenta que depende de las posibilidades económicas para implementar el cambio en el molino. La demanda de nuevo papel con filigrana justifica la incorporación progresiva y por etapas de estos cambios para producirlo. Durante muchos años es posible adquirir simultáneamente en territorio cristiano papel hispano árabe, papel hispano árabe con filigrana y papel hispano con filigrana hecho a la manera árabe. Este papel hispano con filigrana incorpora total o parcialmente otros de talles del proceso de tipología italiana. Probablemente, todos estos tipos de papel producidos en territorio cristiano, coexisten con el papel que procede y se importa de Italia.

Se consigue la recreación experimental del zigzag sobre una hoja previamente encolada con almidón, humedeciéndola ligeramente y con una plegadora de madera. Comprobamos que al hacerla se facilita el plegado de las hojas de un cuadernillo abultado. Su frecuente ubicación en el folio exterior así como la posición y distribución de las líneas explican una finalidad práctica para ayudar a doblar folios agrupados para hacer cuadernillos. Esta actividad se realizaría en el momento de la venta, o cuando el escribano debía doblar las hojas para tener el cuadernillo a punto para escribir.

Biografía

- Bloch, M (1935). "Avènement et conquêtes du moulin à eau". *Annales d'Histoire Économique et Sociale*, 1935, t. 7, vol. 36.
- Baker, D (1991). Arab Papermaking. *The Paper Conservator*, 15:1 (1991), p: 28-35, DOI: [10.1080/03094227.1991.9638394](https://doi.org/10.1080/03094227.1991.9638394).
- Burón Castro T (2003). "Papel hispano-árabe en el archivo de la Catedral de León". *Actas del V Congreso nacional de Historia del Papel en España*, 2-4 de octubre 2003, Sarrià de Ter (Girona), p: 93-101.
- Bonnasie, P (1979-1981). *Catalunya mil anys enrere. Creixement econòmic i adveniment del feudalisme a Catalunya, de mitjan segle X al final del segle XI*. Barcelona: Edicions 62, 1979-1981, 2 vols, p: 401- 408.

- Castelló Mora (2011), J. De formas y “formaires” en Actas del IX Congreso Nacional de Historia del papel en España, Zaragoza, 7-9 julio 2011, p: 27-38.
- Chacón, A (1998). Características del papel bajomedieval empleado en la Catedral de Cuenca. *IPH Papiergeschichte International*, 8, (1998), p: 1-9
- Dabrowski, J (2006). The genuinely European technique of making paper by hand developed in Fabriano: an interpretation through the mirror of paper technology, in the use of techniques and work by papermakers from Fabriano in Italy and Europe, Congress Book of European Paper Days, Fabriano, 16- 17 June 2006. Ed: Giancarlo Castagnari, p: 415-443.
- García Díaz I; Montalbán J A (2005). El uso del papel en Castilla durante la baja edad Media. Actas del VI Congreso Nacional de Historia del Papel en España, 23-25 junio, 2005, Buñol (Valencia), p: 399-418.
- Gironella i Granés J M (2013). La molta de cereals y batanatge al comtat d’Ampuries i al vescomtat de Rocabertí. Finals del segle XIII i primera meitat del XIV. Tesis doctoral, Universitat de Barcelona, Departament d’ Història Medieval, Paleografia i Diplomàtica (2013).
- Hidalgo Brinquis, C (2005). El papel árabe en la Edad Media y su fabricación. Actas del VII Congreso Nacional de Historia del papel en España, 23-25 junio, 2015, Buñol (Valencia), p: 95-103.
- Jiménez Colmenar, A I (2011). Aportaciones morfológicas al papel medieval, en Actas del IX Congreso Nacional de Historia del papel en España, Zaragoza, 7-9 julio 2011, p: 129-154.
- Ling, Z; Wang, T; Makarem, M; Cintrón M S; Cheng, H N; Kang, C; Bacher, M; Potthast, A; Rosenau, T; King, H; Delhom, C D; Nam, S; Edwards, V; Kim, S H; Xu, F; French, A D (2019). Cellulose. <http://doi.org/10.1007/s10570-01802230-x>.
- Montalbán J A (2007). Del zigzag a la filigrana: Aproximación a una tipología del papel hispanoárabe, Actas del VII congreso nacional de Historia del papel, 28-30 de junio, 2007, El Paular (Rascafría), p: 69- 80.
- Sistach M C (2005). Del papel árabe al papel con filigrana en el Archivo de la Corona de Aragón. Actas del VI Congreso Nacional de Historia del Papel en España, Buñol (Valencia) 23-25 de Junio 2005. p: 105-114.
- Sistach, M C (2006): “Arabian Paper: description of production and early presence of paper in the Archive of the Crown of Aragón” in 28th IPH Congress Book, Vol. 16, Barcelona-Capellades 5-8 October, 2006, Museu Molí Paperer de Capellades (Barcelona): 115-119.
- Sistach M C, Rabal V. (2011). Ejemplos de papel hispano árabe (1325-1350). Resumen descriptivo y recreación experimental de su fabricación. Actas del IX Congreso Nacional de Historia del Papel en España, 7-9 de julio 2011, Zaragoza, p: 128.
- Sistach M C (2013). Filigranas en el papel hispano árabe, Actas del IX Congreso Nacional de Historia del Papel en España, 26-28 junio 2013, Madrid, p: 101-114.
- Sistach MC (2017). El papel con filigrana en volúmenes notariales del siglo XIV en La Corona de Aragón.: Bagà, y Sant Cugat. Actas del XII Congreso Internacional de Historia del Papel en la Península Ibérica, 28-30 de junio 2017, Santa maria da Feira (Portugal), p: 23-40.
- Zheng Y; Fu Z; Li D; Wu, M (2018). Effects of ball milling processes on the microstructure and rheological properties of microcrystalline cellulose as sustainable polymer additive. *Materials*, 2018, 11 1057, DOI 10.3390/ma11071057. www.mdpi.com/journal/materials.