

Tintas ferrogálicas y su preservación – caso de estudio: los documentos del siglo XVI en el *Archivo Histórico Provincial de Santa Cruz de Tenerife*

Tintas ferrogálicas e sua preservação – estudo de caso: documentos do século XVI no *Arquivo Histórico Provincial de Santa Cruz de Tenerife*

Iron gall inks and their preservation – case study: 16th century documents in the *Archivo Histórico Provincial de Santa Cruz de Tenerife*

Resumen

Las tintas ferrogálicas fueron utilizadas durante siglos, por lo que la mayoría de las instituciones conservan multitud de manuscritos con este tipo de tintas. El principal problema que afecta a estos artefactos es la corrosión debido a la composición de esta. Este trabajo tiene como objetivo principal definir un protocolo de inspección en documentos del siglo XVI que se encuentran en los fondos del *Archivo Histórico Provincial de Santa Cruz de Tenerife*, y que pueda ser aplicado en otros documentos semejantes. Este protocolo implica la inspección de cada folio con luz visible difusa y transmitida, radiación UV y microscopía óptica digital. Como aportación, se utiliza una escala de grises Kodak para evaluar la profundidad de color de las tintas. Esta inspección indica que una parte importante de los documentos analizados se encuentran en condición 3 y 4, es decir, en condición pobre y mala, indicando un alto nivel de vulnerabilidad.

Resumo

As tintas ferrogálicas foram utilizadas durante séculos, razão pela qual a maioria das instituições mantem uma grande abundância de manuscritos com este tipo de tinta. Dada a composição das tintas ferrogálicas, o principal problema que afeta estes manuscritos é a corrosão. Este trabalho teve como objetivo definir um protocolo de inspeção de documentos do século XVI que integram os fundos do *Arquivo Histórico Provincial de Santa Cruz de Tenerife*, que possa também ser aplicado a outros documentos semelhantes. Este protocolo envolve a inspeção de cada documento com luz visível difusa e transmitida, radiação UV e microscopia ótica digital. Foi utilizada uma escala de cinzentos Kodak para avaliar a profundidade de cor das tintas. Os resultados obtidos indicam que uma parte significativa dos documentos analisados se encontra nas condições 3 e 4, ou seja, em mau e muito mau estado de conservação, o que indica um elevado nível de vulnerabilidade.

Abstract

Iron gall inks were used for centuries, which is why most institutions keep a multitude of manuscripts with this type of ink. The main problem that affects these artefacts is corrosion due to the ink composition. The main objective of this paper is to define an inspection protocol for documents from the 16th century found in the *Archivo Histórico Provincial de Santa Cruz de Tenerife*, which can also be applied to similar manuscripts. This protocol involves the inspection of each document with diffuse and transmitted visible light, UV radiation and digital optical microscopy. In addition, a Kodak Gray Scale was used to evaluate the colour depth of the inks. This inspection indicates that a significant proportion of the documents analysed are in condition 3 and 4, meaning in poor and bad condition, which indicates a high level of vulnerability.

ANIA RODRÍGUEZ

MACIEL *

ELISA DÍAZ GONZÁLEZ 

Departamento de Bellas Artes,
Universidad de La Laguna, Santa
Cruz de Tenerife, España

*arodrima@ull.edu.es

PALABRAS-CLAVE

Tintas ferrogálicas
Corrosión
Siglo XVI
Tenerife
Archivos
Protocolo de inspección

PALAVRAS-CHAVE

Tintas ferrogálicas
Corrosão
Século XVI
Tenerife
Arquivos
Protocolo de inspeção

KEYWORDS

Iron gall inks
Corrosion
16th century
Tenerife
Archives
Inspection protocols

Introducción

Las tintas ferrogálicas fueron ampliamente utilizadas durante siglos, desde la Baja Edad Media. Este tipo de tinta fue usada tanto en manuscritos como en dibujos, estando presentes en los acervos documentales anteriores al siglo XX [1]. Se componen principalmente de una sal metálica conocida como vitriolo, siendo la más común el sulfato ferroso; agallas de roble, que es una fuente muy rica de taninos; y goma arábica que actúa como aglutinante; todo en un medio líquido como agua o vino [1-6]. Algunas recetas cuentan con el añadido de otros ingredientes tales como corteza de granada, vinagre, urea, algún pigmento, entre otros –para modificar algunas propiedades como intensificar su color, el brillo, o como conservante [4]. Existen muchas recetas que varían la cantidad de los ingredientes principales, el método de elaboración y el añadido de aditivos. Las múltiples variantes que intervienen en estas tintas y su degradación hacen que sea un tema complejo de abordar.

El responsable del color de este tipo de tintas es la reacción química que surge entre el ácido gálico que procede de las agallas y el sulfato de hierro en una solución acuosa. Al entrar en contacto con el oxígeno, los iones de hierro (II) se oxidan y se transforman en iones de hierro (III), lo que lo convierte en un pigmento insoluble [7-8]. El aglutinante, la goma arábica, mantiene las partículas de la solución en suspensión [9-10].

La degradación más grave cuando se aplica esta tinta sobre un soporte celulósico es la corrosión. Esta es provocada por dos mecanismos de reacción debido a su composición: la hidrólisis ácida y la oxidación de la celulosa [11-13]. En el primero, la propia acidez presente en la tinta rompe la cadena del polímero de celulosa. En el segundo, los metales de transición, es decir, los iones de hierro (II) que están libres, catalizan la oxidación de la celulosa, que también provoca la división de la cadena del polímero [5, 14-15]. El resultado de ambos mecanismos se localiza en la zona circundante de la tinta en el primer caso, y muy cerca del área entintada en el segundo [16].

El principal factor que desencadena estas reacciones es la propia composición de la tinta, pero también hay otros factores internos que influyen, como la cantidad de tinta aplicada y la composición del soporte de papel. Los factores externos también tienen un papel importante en este deterioro: los cambios de humedad relativa, la contaminación ambiental, los productos de fumigación compuestos por SO_x (óxidos de azufre) o NO_x (óxidos de nitrógeno), así como una manipulación incorrecta del documento, pueden acelerar el proceso de degradación [17].

Al envejecer, las tintas afectadas por este mecanismo de degradación experimentan la aparición de una fluorescencia alrededor del área entintada, cambio de color a tonos marrones, y a medida que avanza la corrosión halos visibles, oscurecimiento de las áreas entintadas hacia tonos marrones oscuros y con aspecto oxidado o herrumbroso, aparición de microfisuras, grietas y finalmente pérdida de soporte. Pero este proceso de degradación se desencadena mucho antes de ser visible [17-18].

Ante esta situación alarmante de pérdida de documentos históricos, es importante aplicar protocolos de inspección y estrategias de toma de decisiones en las instituciones que albergan este tipo de documentación, para poder actuar con medidas preventivas y de protección y así garantizar la salvaguarda de este patrimonio bibliográfico.

El presente trabajo tiene como objetivo principal definir un protocolo de inspección en documentos del siglo XVI que contienen tintas ferrogálicas y que se encuentran en los fondos del Archivo Histórico Provincial de Santa Cruz de Tenerife (AHPT). Los resultados de esa inspección nos dan una visión global del estado de conservación de los documentos analizados, y puede servir como referencia para futuros estudios en casos semejantes.

La inspección del estado de conservación de las tintas ferrogálicas en documentos de soporte papel

Antecedentes

En la década de los 90 se inicia el proyecto *The Iron Gall Ink*, formado por un grupo de investigadores, principalmente holandeses. Este se centra en los daños que causan las tintas ferrogálicas en las colecciones que se albergan en museos, bibliotecas y archivos; en los mecanismos de destrucción, en las recetas históricas y las opciones de tratamiento que se pueden aplicar a documentos con este tipo de tintas. Además, ofrecen protocolos de evaluación de la condición y guías para evaluar los riesgos y posibles tratamientos [19].

Paralelamente, el Instituut Collectie Nederland (ICN) realiza investigaciones sobre las causas y el mecanismo de degradación de estas tintas, con la finalidad de desarrollar un tratamiento para la conservación de estos documentos. Se establece una escala del 1 al 7 para clasificar el progreso visible de la degradación de la tinta, desde la no degradación hasta la grave pérdida de material. Los parámetros que se tienen en cuenta son la fluorescencia, o ausencia de esta, alrededor de la tinta, así como las señales que hay en el verso del documento y la aparición de microfisuras o pérdidas de material en la zona entintada. Interpretar esta escala en documentos originales es complicado ya que no todo el documento puede estar en el mismo nivel de degradación. Por ello la forma correcta de examinar los documentos es por el verso del folio y siempre centrándose en la zona más afectada. Teniendo en cuenta esta escala, se establece una clasificación de cuatro condiciones:

- Condición 1: cuando el reverso no presenta decoloración o una decoloración marrón claro en las áreas entintadas, esto equivale a un buen estado de conservación y la manipulación del artefacto no causa ningún daño;
- Condición 2: el reverso presenta decoloración marrón oscuro en las áreas entintadas, pero sin daño mecánico, considerando una condición aceptable, y la manipulación puede causar daños mecánicos, por ello se debe tener especial cuidado;
- Condición 3: cuando las áreas entintadas presentan daño mecánico como microfisuras, grietas y/o pequeñas lagunas, considerando una condición pobre. En este caso la manipulación debe estar restringida a personal cualificado, y debe ser realizada con extrema precaución para evitar la pérdida de información del documento;
- Condición 4: cuando el documento presenta graves pérdidas de soporte y/o fracturas en la línea del texto que hace que la manipulación sea muy delicada. Esta es una mala condición y su manipulación debe estar restringida a personal del museo o del archivo, evitándose en la medida de lo posible para no perder la información. [16]

Teniendo como punto de partida las investigaciones anteriores, Sylvia Albro y otros investigadores de *The Library of Congress Washington DC* siguen avanzando en la inspección de documentos con tintas ferrogálicas y proponen los denominados protocolos PIT (*Protocols for Iron gall ink Treatment*) [20]. Se basan en varios documentos estándar para el registro de datos obtenidos en el examen visual y químico, así como un glosario de degradaciones y características del soporte papel, unido a la creación de dos diagramas de flujo que proporcionan una ayuda en la elección del mejor tratamiento en cada caso. Este conjunto de documentos permite tener una idea global del estado en el que se encuentra el objeto de estudio y ayuda a determinar el tratamiento más adecuado para cada artefacto. La puesta en práctica de estos protocolos ha dado muy buenos resultados, como demuestran Claire Dekle y Mary Elizabeth Haude [21].

Esta preocupación que nace con los manuscritos se extiende a una serie de dibujos artísticos. De esta manera Joanna Kosek y Caroline Barry, del *British Museum* [22], utilizan las

encuestas internas de la institución, las cuales adaptan y completan con los protocolos de actuación propuestos por el ICN, la *Library of Congress* y el website *Iron Gall Ink*, con el objetivo de desarrollar un sistema rápido, sencillo y eficaz para la evaluación del estado de conservación de dibujos artísticos con tintas ferrogálicas. Crean un formulario en Microsoft Excel que sirve como base de datos para clasificar el estado de la tinta de cada dibujo analizado. Esta tabla permite tener un registro e información relevante de cada objeto, y utilizan un color indicativo de cada una de las cuatro condiciones del ICN. Agrupan los tipos de cambios y daños en tres grupos: Papel y tinta; Tinta; Tratamiento anterior. El primero engloba las degradaciones que afectan tanto a la tinta como al soporte celulósico: pérdida y delaminación de revestimientos, grietas, fracturas, lagunas, microfisuras, restos de tinta, halos visibles y quemados. El segundo grupo relacionado con la tinta incide sobre la distribución en superficie, la profundidad de color la cual se establece con el uso de una escala de grises de 16 bits – aunque no es una característica indicativa de un mal estado se considera que podría ser significativa junto con otras características –, la cobertura de la tinta y si hay o no pérdida de esta. Por último, el tercer grupo corresponde a señales de tratamientos anteriores como blanqueamiento, reparaciones, depósitos de adhesivos y depósitos de sal de carbonato de bario. Además, se añade un código de color para cada una de las cuatro condiciones: verde, amarillo, naranja y rojo, para las condiciones de 1 a 4 respectivamente [22].

En general, los métodos de inspección propuestos se basan en el uso de diversas herramientas para la identificación y diagnóstico del deterioro, la observación directa del documento, las técnicas de imagen y pruebas químicas [23]. También han propuesto diferentes tratamientos para mitigar o prevenir el daño, como la desacidificación del documento. En definitiva, estas investigaciones han contribuido significativamente a la preservación de los documentos históricos con tintas ferrogálicas distribuidos por múltiples instituciones, y los avances y herramientas propuestos son recursos valiosos para el estudio de estos.

En este artículo se expone un caso de estudio en el que se aplica parte del protocolo de inspección propuesto por el ICN, la *Library of Congress* y el website *Iron Gall Ink* [15-17, 19-22], basado en la inspección de documentos con luz visible y radiación UV y la toma de datos de las degradaciones encontradas, así como la clasificación de cada folio en una de las 4 condiciones. Como añadido a este protocolo, se propone la utilización de una escala de grises Kodak que ayuda a establecer un valor de profundidad de color de las tintas analizadas.

Caso de estudio: documentación del siglo XVI del Archivo Histórico Provincial de Santa Cruz de Tenerife

Dada la cantidad de documentos que se encuentran en el AHPT donde se encuadra el presente estudio, se ha optado por iniciar esta investigación por las tintas ferrogálicas más antiguas conservadas en la institución, que corresponden a documentos datados en el siglo XVI. La institución alberga documentación procedente tanto de organismos públicos como del ámbito privado. Entre ellos constan documentos generados por los conventos de la provincia y que forman parte del archivo desde la desamortización; protocolos notariales de diferentes municipios e islas (San Cristóbal de La Laguna; La Orotava; la isla de La Palma); documentación judicial que contiene datos del Registro de Hipotecas siendo la más antigua de España, archivos privados personales y familiares como el archivo de Zárate-Cólogan.

De cada uno de estos documentos, en la *Tabla 1* se enumeran algunos datos de relevancia como por ejemplo el fondo al que pertenece, signature, fechas y el número de folios estudiados. Estos datos se tendrán en cuenta en el momento de analizar los resultados.

El fondo de la *Sección Histórica de Protocolos Notariales* es uno de los más amplios con este tipo de documentos. Se estudian los tomos I, II y III del protocolo con signature *PN 201*, datado en 1532 y escrito por el escribano Bartolomé Joven. Este se compone de un total de 1231 folios, de los cuales 1199 contienen tintas ferrogálicas.

De la sección de *Conventos desamortizados* se estudian 723 folios de los cuales 686 contienen tinta. Estos datan del año 1510 hasta el 1598, y están escritos por diferentes escribanos.

Tabla 1. Documentos estudiados en el AHPT.

Fondo	Signatura	Data Escribano Otras informaciones	Nº de folios
Sección Histórica de Protocolos Notariales	P.N. 201 Tomo I, II y III	1532. Bartolomé Joven.	1231
Conventos desamortizados	677	1572-1596 Gaspar de Palenzuela	22
	687	1579-1590 -	2
	728	1574-1598 -	15
	729	1581-1587 -	2
	760	1552, 8 de marzo Gaspar Justiniano	4
	787	1590 Rodrigo Sánchez del Campo	4
	791	1593 Lucas Rodríguez Sarmiento	7
	1071	1510-1521 -	39
	1072	1521-1552 Juan de Anchieta	5
	1073	1545-1547 -	33
	1074	1555-1567 -	23
	1075	1562-1570 -	22
	1076	1564 Bernardino Justiniano	11
	1077	1567 -	18
	1078	1564 Alonso Gallegos	21
	1079	1592-1595 -	337
	1080	1588-1592 Juan Núñez Jaimes	41
	1082	1592-1598 Francisco Sánchez Zambrano	34
	1083	1594 -	18
	1437	1547 -	4
	1439	1552 Juan del Castillo	6
	1440	1552 Juan del Castillo	2
	1443	1561 Juan López de Asoca	6
1445	1568 Juan de Anchieta	2	
1449	1575 Juan del Castillo	4	
1452	1578-1613 -	41	
Antiguo Régimen. Judiciales	Nº 1976-A	Documentación Judicial de la Alcaldía Pedanía de Daute. Se encuentran dentro de la Sección Histórica de Protocolos Notariales.	154
Contaduría Hipotecas	CH-1	Registro de hipotecas, es el más antiguo de España. Contadurías hipotecas de La Laguna.	331
Privados. Archivos personales y familiares	AZC 1025	Archivo de la familia Zárate-Cólogan.	85

Del fondo correspondiente a la documentación registral, se estudia el volumen *Contaduría de Hipoteca CH-1*. Es un registro de hipotecas de La Laguna, datado desde 1543 hasta 1593, ante el escribano Bartolomé Joven. Se trata de un documento importante, ya que es el registro de hipotecas más antiguo de España. Este volumen tiene 331 folios y conserva parte de la cubierta de piel.

Del fondo del *Antiguo Régimen. Judiciales* se estudian documentos de la Alcaldía Pedánea de Daute, signatura 1976-A. Se analizan 154 folios de los cuales 147 contienen tinta. Este tipo de documentos recogen juicios, sentencias, licencias, testimonios, cartas de pago, etc., generados por procesos judiciales, datados entre los años 1523 y 1592.

Por último, del fondo *Privados. Archivos personales y familiares*, se seleccionan documentos datados en el siglo XVI del Archivo Zárate-Cólogan. Se analizan 85 folios, que entran en estas fechas, ya que el resto del fondo pertenece a los siglos posteriores.

Materiales y métodos

Cada folio de los documentos estudiados es sometido al siguiente protocolo:

- Datos identificativos: institución, fondo, signatura, fecha, número total de folios que compone el documento y el número de página que se analiza;
- Estado de conservación: clasificación de la condición del 1 al 4 según la escala del ICN (*Figura 1*), degradaciones encontradas como lagunas, grietas, fracturas, fisuras, halos..., el aspecto visual de la tinta como el color, tono, profundidad de color;
- Restauraciones anteriores: si hay algún indicio como laminado, reparación de grietas o lagunas, depósitos de sal o carbonato de bario;
- Sistemas de inspección: bajo radiación ultravioleta para comprobar la presencia de halos no visibles con luz blanca, luz transmitida y registro con microscopio óptico digital.

Todos estos datos son recogidos en una tabla Microsoft Excel. El sistema de inspección es el estudio de cada folio por el reverso con luz visible difusa y transmitida, y con radiación ultravioleta, a simple vista y con instrumental de aumento. Siempre debemos fijarnos en el área más degradada para asignar una de las cuatro condiciones y para observar las posibles degradaciones en la tinta y el soporte de papel. También se utiliza la escala de grises para evaluar la profundidad de color de la tinta.

Proponemos añadir a la inspección el uso de la escala de grises de Kodak y el software Adobe Photoshop para definir un valor más objetivo al campo de profundidad de color, con la finalidad de encontrar una correlación entre la profundidad de color y una de las cuatro clasificaciones de conservación que propone el ICN. Se registran varios folios con esta escala estableciéndose un valor (o franja de valores), dependiendo del caso, ya que la tonalidad de la tinta no es homogénea. La mayoría de las tintas presentan una coloración marrón, lo que dificulta la lectura. Por ese motivo se documentan varios ejemplos. El programa Adobe Photoshop transforma la imagen original en una nueva utilizando la escala de grises, con ayuda de la herramienta cuentagotas se seleccionan varias zonas de tinta y se compara el valor obtenido con la escala de Kodak, para obtener una medición lo más objetiva posible (*Figura 2*).



Figura 1. Detalles de las diferentes condiciones encontradas en la inspección que sirven para la clasificación de acuerdo con el protocolo definido por el ICN: a) folio n° 5 de Convento 1076 en condición 1; b) folio 25 de Convento 1073 en condición 2; c) folio 197 del Protocolo Notarial 201 en condición 3; d) folio 42 del Protocolo Notarial 201 en condición 4; e) inspección con microscopio óptico digital DinoLite; f) inspección de documento con radiación UV.



Figura 2. Flujo de trabajo con la escala de grises Kodak.

Resultados y discusión

Una vez clasificados los folios estudiados (un total de 2448 folios) en las cuatro condiciones definidas por el ICN (Figura 3a), se puede observar que un 37 %, corresponde a las condiciones 3 y 4, presentando daños mecánicos en las zonas entintadas. Este es un porcentaje bastante elevado y hace que aumente la preocupación sobre el estado de conservación de los documentos. Un 32 % de los folios estudiados se encuentran en la condición 2, donde se verifica que existe traspaso de la tinta al verso, con una coloración oscura, halos visibles y/o halos visibles bajo radiación ultravioleta, es decir, presentan indicios de degradación. Solo un 31 % se encuentra en un buen estado de conservación, pero es sabido que este proceso de corrosión se desencadena mucho antes de que el proceso sea visible, así que con el tiempo el estado de conservación podrá cambiar rápidamente de una condición a otra.

Si analizamos el gráfico 2 representado en la Figura 3b y la información detallada en la Tabla 2, podemos ver los resultados clasificados por cada uno de los fondos. Esto nos da una visión más aproximada de qué fondo peligrará más, y por tanto cuál debe ser atendido con mayor brevedad, y cuál puede esperar a ser intervenido.

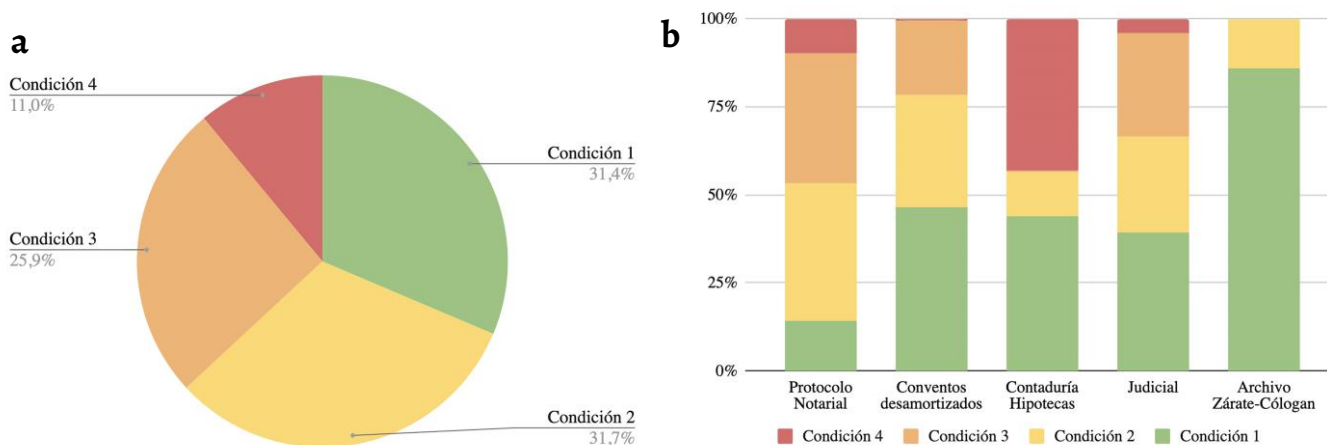


Figura 3. Gráficos que representan el porcentaje de folios que se encuentra en cada una de las cuatro condiciones: a) resultado del total de los folios inspeccionados; b) resultado de cada uno de los fondos.

Tabla 2. Número de folios que se encuentran en cada una de las 4 condiciones de conservación de los diferentes fondos estudiados y el porcentaje que representa cada una de las condiciones.

Fondo	Número de folios (porcentaje)			
	Condición 1	Condición 2	Condición 3	Condición 4
Protocolo Notarial	172 (14 %)	465 (39 %)	445 (37 %)	117 (10 %)
Conventos desamortizados	319 (46 %)	219 (32 %)	144 (21 %)	4 (1 %)
Contaduría Hipotecas	146 (44 %)	41 (12 %)	1 (1 %)	143 (43 %)
Judicial	58 (40 %)	40 (27 %)	43 (29 %)	6 (4 %)
Archivo Zárate-Cólogan	73 (86 %)	12 (14 %)	-	-

El fondo mejor conservado es el *Archivo Zárate-Cólogan*, ya que la mayoría de los folios estudiados están en muy buenas condiciones, solo 12 de estos empiezan a mostrar síntomas de degradación como decoloración, pero no hay ninguno en condiciones 3 o 4.

El fondo *Conventos desamortizados* tiene un alto porcentaje de folios en condición 3, es decir que ya existen daños mecánicos en 148 folios. Aunque no llega a ser un 25 % de los folios inspeccionados, no deja de ser una cifra significativa, por el posible avance de la degradación y posterior pérdida.

El fondo de la *documentación judicial* presenta más del 25 % de los folios en condición 3 y 4, un total de 49 folios de los 147. Un resultado parecido al anterior fondo.

Por último, los fondos *Sección Histórica de Protocolos Notariales* y el de *Contaduría Hipotecas* muestran unos resultados muy alarmantes. Casi la mitad de los folios de ambos fondos presentan daños mecánicos como fisuras, grietas y pérdida de soporte en zonas entintadas, en mayor o menor medida (*Figura 4*). En el primer caso, solo se inspeccionó uno de los protocolos, el cual estaba dividido en tres tomos, y compuesto de un total de 1199 folios. Pero este fondo lo compone un gran número de protocolos, todos ellos muy extensos, algo no abarcable para su inspección en este primer acercamiento, pero muy importante a tener en cuenta. El segundo caso es un tomo de 331 folios con un estado de conservación muy frágil, por lo que no se pudo inspeccionar muy detenidamente. Este caso en particular preocupa por su estado vulnerable y la posible pérdida de parte de los folios, por ser una documentación importante, ya que como se comentó anteriormente se trata de uno de los registros de hipotecas más antiguo de España.



Figura 4. Documentos en estado avanzado de degradación: a) folio nº 1 de Judicial 1976-A con luz trasmitida; b) folio nº 13 del Protocolo Notarial 201 que presenta grandes pérdidas de soporte.

El uso de la escala de grises de Kodak y el software Adobe Photoshop se aplicó a varios documentos que se encuentran en las diferentes condiciones propuestas por el ICN.

Encontramos tintas con un valor alto en la escala, pero que no necesariamente están en un mal estado de conservación, ya que no presentan daños mecánicos y en el mismo documento zonas entintadas de color mucho más claro. Aquí mostramos dos ejemplos significativos: el primer documento, que está en condición 1, muestra una franja de valores de 5 y 9. El segundo documento, que está en condición 3, es decir, presenta daños mecánicos, muestra una franja de valores entre 4 y 10. Si comparamos esas zonas entintadas más oscuras de ambos documentos, comprobamos que, a pesar que uno se encuentra en muy buen estado y otro en un estado más frágil, el valor en la escala de grises de Kodak es muy similar, 9 y 10 respectivamente (Figura 5). Como comprobamos, por un lado, los resultados obtenidos en un mismo documento son muy variables, es decir, las mediciones de las zonas entintadas más claras y las más oscuras están muy separadas dentro de la escala. Por otro lado, las zonas oscuras con un alto valor en negros podría ser un valor desencadenante de posibles daños físicos como microfisuras y fracturas del documento. Esta metodología podría ser una herramienta útil para establecer una relación entre el tono de la tinta y el avance de la corrosión, sin embargo, no podemos obtener todavía conclusiones claras para determinar dicha correlación.

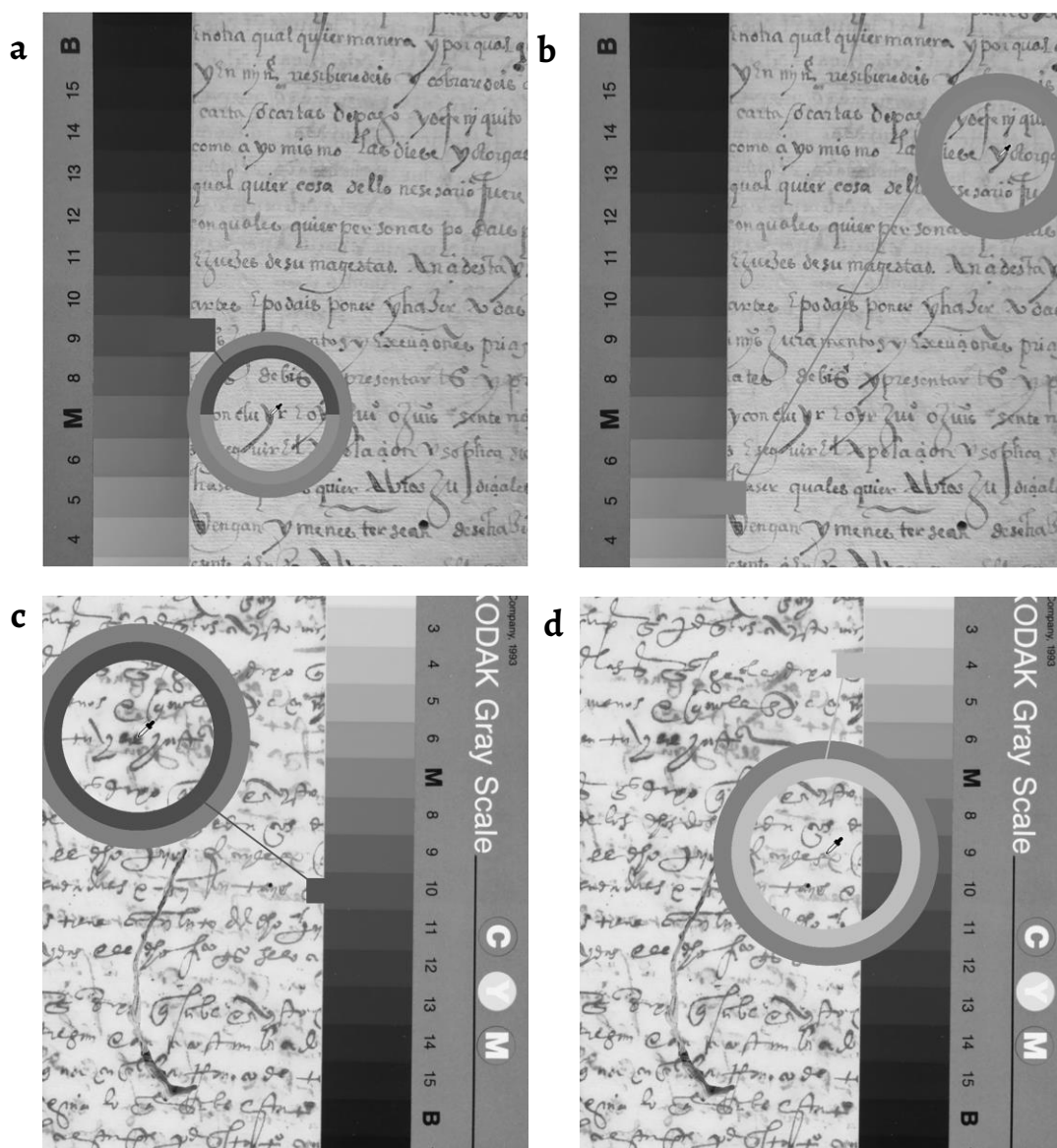


Figura 5. Medición de zonas entintadas más oscuras y más claras y su comparación con la escala de grises Kodak: a) primera medición da un valor de 9; b) segunda medición da un valor de 5 (las zonas entintadas de este folio tienen una franja de valores de entre 5 y 9 en la escala de Kodak y ambas áreas están clasificadas en la condición 1, mostrando un buen estado de conservación); c) primera medición da un valor de 10; d) segunda medición da un valor de 4 (las zonas entintadas de este segundo folio tienen una franja de valores de entre 4 y 10 en la escala de Kodak, y este documento se encuentra en una condición 3, presenta daños físicos en zonas entintadas).

Conclusiones

La información recogida sobre la condición o estado de conservación en el que se encuentra cada documento y los resultados obtenidos confirman que un 37 % de los documentos analizados se encuentran en condición 3 y 4, es decir, condición pobre y mala, respectivamente, indicando un nivel de vulnerabilidad muy alto.

El uso de la escala de grises de Kodak permite tener un dato adicional sobre el aspecto visual de la tinta, pero no existe una relación clara sobre el tono definido en la escala y el nivel de condición propuesto por el ICN. Como pudimos comprobar, aunque coincida el valor de intensidad de varios documentos que se encuentran en diferentes condiciones, son las señales físicas presentes en todo el documento lo que clasifica la condición, y no el valor en escala de grises. Pero podría ser un primer paso a tener en cuenta en los protocolos de conservación de tintas. Esta es una herramienta, que, si bien no es muy factible para la revisión de grandes cantidades de documentos, es interesante porque aporta una referencia visual y tonal, incluso para su comparativa después de un tratamiento, sin tener una correlación directa entre la profundidad de color y las degradaciones presentes en el documento.

A pesar de que estos resultados permiten evaluar de una manera general el estado en el que se encuentra el conjunto de documentos estudiados, su vulnerabilidad y los riesgos, se plantea la necesidad de evaluar otras opciones con el fin de determinar de manera más precisa el estado de conservación en sus cuatro condiciones que afectan a documentos manuscritos con tinta ferrogálica. Se aportan más variables que permiten más precisión en la inspección, como el uso de la escala de grises. Además, con el objetivo de completar este protocolo de inspección, en un futuro se aportarán resultados de otras pruebas no invasivas como el Test de Fe (II), pH y fluorescencia de rayos X, así como estudios de imagen multibanda, con registros IR y UV.

Agradecimientos

Al director y todo el personal del Archivo Histórico Provincial de Santa Cruz de Tenerife (AHPT), por darme acceso a la documentación del siglo XVI y por resolverme todas las dudas con respecto a los documentos estudiados. Este estudio forma parte del proyecto de investigación denominado CONSERBOR: *Nuevos métodos de conservación del patrimonio histórico-artístico: ácidos fenil-borónicos como solución integral en papel y lienzos*, proyectos de I+D por organismos de investigación y empresas en las áreas prioritarias de la estrategia de especialización inteligente de Canarias RIS-3, cofinanciadas con fondos FEDER 2014-2020. Tesis cofinanciada por la Agencia Canaria de Investigación, Innovación y Sociedad de la Información de la Consejería de Economía, Conocimiento y Empleo y por el Fondo Social Europeo (FSE) Programa Operativo Integrado de Canarias 2014-2020, Eje 3 Tema Prioritario 74 (85 %).

REFERENCIAS

1. Stijnman, A., 'Iron-gall ink and ink corrosion', *Archivum Lithuanicum* 4 (2002) 171-178.
2. Díaz Hidalgo, R.J.; Córdoba, R.; Nabais, P.; Silva, V.; Melo, M. J.; Pina, F.; Teixeira, N.; Freitas, V., 'New insights into iron-gall inks through the use of historically accurate reconstructions', *Heritage Science* 6 (2018) 63, <https://doi.org/10.1186/s40494-018-0228-8>.
3. Zerdoun Bat-Yehouda, M., *Les encres noires au Moyen âge (jusqu'à 1600)*, Centre National de la Recherche Scientifique Éditions, Paris (1983).
4. Karnes, C., 'How to make ink – Ingredients', in *The Iron Gall Ink website* (1998), <https://irongallink.org/how-to-make-ink-ingredients.html> (acceso en 2023-02-24).
5. Kolar, J.; Strlic, M. (eds.), *Iron gall inks: on manufacture characterisation, degradation and stabilisation*, National and University Library of Slovenia, Ljubljana (2006).
6. Eusman, E., 'Iron gall ink – Ingredients', in *The Iron Gall Ink website* (1998), <https://irongallink.org/iron-gall-ink-ingredients.html> (acceso en 2023-03-10).
7. Neevel, J., 'Phytate: a potencial conservation agent for the treatment of ink corrosion caused by iron gall inks', *Restaurator* 16(3) (1995) 143-160, <https://doi.org/10.1515/rest.1995.16.3.143>.
8. Hahn, O.; Malzer, W.; Kanngiesser, B.; Beckhoff, B., 'Characterization of iron gall inks in historical manuscripts and music compositions using X-ray fluorescence spectrometry', *X-Ray Spectrometry* 33(4) (2004) 234-239, <https://doi.org/10.1002/xrs.677>.
9. Rouchon, V.; Durantón, M.; Burgaud, C.; Pellizzi, E.; Lavédrine, B., 'Room-temperature study of iron gall ink impregnated paper degradation under various oxygen and humidity conditions; time-dependent monitoring by viscosity and x-ray absorption near-edge spectrometry measurements', *Analytical Chemistry* 83(7) (2011) 2589-2597, <https://doi.org/10.1021/aci1029242>.

10. Kanngieber, B.; Hahn, O.; Wilke, M.; Nekat, B.; Malzer, W.; Erko, A., 'Investigation of oxidation and migration processes of inorganic compounds in ink-corroded manuscripts', *Spectrochimica Acta Part B* **59**(10-11) (2009) 1511-1516, <https://doi.org/10.1016/j.sab.2004.07.013>.
11. Viegas, R.; Corregidor, V.; Peña, M.T.; Alves, E.; Alves, L.C., 'Preliminary studies on iron gall inks composition using an external ion beam', *International Journal of Conservation Science* **4** (2013) 593-602.
12. Duh, J.; Krstic, D.; Desnica, V.; Fazinic, S., 'Non-destructive study of iron gall inks in manuscripts', *Nuclear Institute and Methods in Physics Research* **417** (2017) 96-99, <https://doi.org/10.1016/j.nimb.2017.08.033>.
13. Gal, L.; Ciglanská, M.; Ceppan, M.; Havlinova, B.; Jancovicová, V.; Rehaková, M., 'Chemical Aspects of Degradation of Historical Documents with Iron Gall Inks', *Chemické Listy* **108** (2014) 191-197.
14. Kolar, J.; Strlic, M., 'Evaluating the effects of treatments on iron gall ink corroded documents. A new analytical methodology', *Restaurator* **25** (2004) 94-103, <https://doi.org/10.1515/REST.2004.94>.
15. Reißland, B., 'Ink corrosion aqueous and non-aqueous treatment of paper objects-State of the art', *Restaurator* **20** (1999) 167-180, <https://doi.org/10.1515/rest.1999.20.3-4.167>.
16. Reißland, B.; Hofen de Graaff, J., *Condition rating for paper objects with iron gall ink ICN-Information number 1*, Cultural Heritage Agency of the Netherlands, Amsterdam (2001), <https://www.cultureelerfgoed.nl/publicaties/publicaties/2001/01/01/condition-rating-for-paper-object-with-iron-gall-ink> (acceso en 2024-03-02).
17. Reißland, B., 'Visible progress of paper degradation caused by iron gall inks', in *The Iron Gall Ink Meeting postprints*, ed. J. Brown, University of Northumbria, Newcastle (2000) 67-72.
18. Rouchon, V.; Durocher, B.; Pellizzi, E.; Stordiau-Pallot, J., 'The water sensitivity of iron gall ink and its risk assessment', *Studies in Conservation* **54**(4) (2009) 236-254, <https://doi.org/10.1179/sic.2009.54.4.236>.
19. *The Iron Gall Ink Website*, Cultural Heritage Agency of the Netherlands, Amsterdam (1998), <https://irongallink.org/> (acceso en 2023-03-13).
20. Albro, S.; Biggs, J.L.; Dekle, C.; Haude, M.E.; Karnes, C.; Khan, Y., 'Developing guidelines for iron-gall ink treatment at the Library of Congress', *The Book and Paper Group Annual* **27** (2008) 129-165.
21. Dekle, C.; Haude, M. E., 'Iron gall ink treatment at the Library of Congress: old manuscripts-new tools', *The Book and Paper Group Annual* **27** (2008) 15-26.
22. Kosek, J.; Barry, C., 'Investigating the condition of iron gall ink drawings: developing an assessment survey', *Journal of the Institute of Conservation* **42**(3) (2019) 191-209, <https://doi.org/10.1080/19455224.2019.1656660>.
23. Tse, S.; Waller, R., 'Developing a risk assessment model for iron gall ink on paper', in *ICOM Committee for conservation, Preprints of 15th Triennial Meeting*, vol. 1, Allied Publishers, New Delhi (2008) 301-309.

RECIBIDO: 2023.4.16

REVISTO: 2023.5.19

ACEPTADO: 2023.11.6

ONLINE: 2024.5.19



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons

AtribuciónNoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional.

Para ver una copia de esta licencia, visite

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>