

# **ESTUDIO ANALÍTICO MEDIANTE ESPECTROSCOPIA DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X DE FOTOGRAFÍAS HISTÓRICAS**

**Marián del Egado, [marian.delegido@iphe.mcu.es](mailto:marian.delegido@iphe.mcu.es)**

**David Juanes, [david.juanes@uv.es](mailto:david.juanes@uv.es)**

**Carmen Martín de Hijas, [carmen.martin@iphe.mcu.es](mailto:carmen.martin@iphe.mcu.es)**

**Instituto del Patrimonio Histórico Español**

## **METODOS ANALÍTICOS APLICADOS A LA FOTOGRAFÍA HISTÓRICA**

Los fondos documentales pertenecientes a nuestro patrimonio histórico son fundamentales para nuestra cultura y nuestra propia historia desde diferentes puntos de vista. La fotografía ocupa un espacio relevante en el ámbito del patrimonio documental. Si bien su introducción es de época moderna, encontrándose los daguerrotipos más antiguos en la década de 1840, su introducción en la vida social, su amplia utilización como medio de información documental y su imbricación con las ciencias químicas y físicas aplicadas la ha convertido en una parte muy importante de nuestro patrimonio histórico más reciente. En particular, existen registros fotográficos del patrimonio monumental de nuestro país, desde mediados del siglo XIX, que constituyen valiosísimas fuentes de información para conocer y conservar un pasado común.

Por la naturaleza del material fotográfico, las técnicas analíticas que se utilicen para su estudio deben ser no destructivas en el sentido de que el objeto bajo análisis debe permanecer inalterado y su conservación en modo alguno debe verse afectada por la técnica de análisis utilizada. Esto ha provocado que, hasta el momento, no haya habido una aplicación sistemática de técnicas analíticas de tipo instrumental al estudio de los materiales fotográficos, por lo que las referencias bibliográficas son escasas y referidas a problemáticas concretas.

La fluorescencia de rayos X (XRF) es una técnica analítica que cumple con el requisito de no ser destructiva ni invasiva, por tanto es una técnica excelente para el análisis y el estudio de la composición elemental de obras del patrimonio cultural. El principio físico de la técnica de fluorescencia de rayos X es la detección de los rayos X característicos de cada elemento constitutivo emitidos por una muestra sometida a una fuente de excitación externa, en este caso un tubo de rayos X. Este tipo de análisis permite la identificación de elementos y también una aproximación al grado de presencia en el material. La incidencia de este tipo de radiación es directa sobre el material de que se trate, en este caso sobre la fotografía histórica, por lo que no necesita toma de muestra. Además, la radiación incidente no modifica la naturaleza del material ni afecta a su conservación.

Por todas estas razones ha sido aplicada con éxito en el ámbito de los bienes culturales en pintura, metal, piedra, esmalte, vidrio etc. desde la

década de 1960 [Hall, 1958] [Hall, 1960] [Hall, 1964], introduciendo mejoras sucesivas [Hall, 1973] [Cesareo, 1996] [Cesareo, 1999]. De este modo, estos equipos ampliaron notablemente su ámbito de aplicabilidad en bienes culturales pues, a las ventajas ya conocidas, se unía la portabilidad que permitía realizar análisis in situ [Longoni, 1998]. Además, los análisis no destructivos y sin toma de muestra del patrimonio cultural han ido incorporando nuevas fuentes de excitación de la radiación de fluorescencia como haces de iones [Giuntini, 1995], electrones [Sistach, 1997] o fotones [Carriveau, 1982] [Ferrero, 1997] [Roldán, 2001] [Juanes, 2002]. Por tanto es una técnica analítica consolidada en el campo de la conservación.

Sin embargo, son más tardíos y escasos los estudios realizados con esta técnica en el campo de la fotografía. En la década de 1980 se encuentran las primeras publicaciones sobre fluorescencia de rayos X sin toma de muestra aplicada al análisis de fotografía histórica [Enyeart, 1983], [Rempel, 1986]. Poco a poco empieza a considerarse esta técnica muy adecuada en este ámbito porque, además de realizarse directamente sobre la fotografía, sin necesidad de toma de muestra, ofrece información analítica superficial en una banda de decenas de micras, espacio en el que se deposita la emulsión fotográfica. Así, por ejemplo, esta técnica ha permitido estudiar con relativa facilidad los paladiotipos y los platinotipos de Alfred Stieglitz y las variaciones halladas de estos dos procesos que, frecuentemente, son indistinguibles únicamente por su apariencia, por lo que la naturaleza química de las imágenes no puede ser descrita completamente con la descripción visual [McCabe, 1995] [Gottlieb, 1995]. En este estudio, se compararon los espectros obtenidos con imágenes cuyos procesos fotográficos eran conocidos con aquellos otros que se pretendía identificar, como metodología de trabajo. Otro trabajo en esta línea ha sido identificar los elementos que intervienen en la obtención de una tonalidad determinada [Penichon, 1999].

Otro ejemplo de la utilización de técnicas no destructivas para el estudio de material fotográfico en soporte papel es el análisis del Álbum Durieu realizado por la *Getty Conservation Institute* [Getty Conservation Institute, 2001]. En este caso se utilizó la Fluorescencia de Rayos X para determinar de forma cuantitativa y cualitativa los elementos inorgánicos presentes en el material fotográfico, y la espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier (FTIR), que proporciona información sobre los componentes orgánicos utilizados. El resultado de estos análisis fue que Durieu experimentó con diferentes procedimientos de tono a lo largo de su álbum, y se demostró el potencial de estas dos técnicas no destructivas para caracterizar el material y el proceso fotográfico utilizado.

El objetivo de este trabajo es una primera aproximación a aplicar una metodología analítica de tipo instrumental establecida por medio de una técnica no destructiva y sin toma de muestra basada en el uso de un espectrómetro de fluorescencia de rayos X que permita caracterizar los materiales constitutivos de una selección de fotografías históricas de nuestro patrimonio cultural y contribuir, de este modo, a su estudio y conservación.

## **PARÁMETROS DE TRABAJO**

Ya se había constatado en trabajos anteriores de otros autores que los espectros de EDXRF de análisis de fotografías en soporte papel ofrecían dificultades en la interpretación por las bajas concentraciones de los elementos metálicos y el alto nivel de ruido obtenido, en contraste con los espectros obtenidos en el análisis de bienes culturales de naturaleza metálica o pictórica conocidos [McCabe, 1995].

Por ello, se seleccionaron los componentes del equipo de fluorescencia y sus parámetros de trabajo de modo que pudieran minimizar estas dificultades. Así pues, se escogió un tubo de rayos X de ánodo de paladio, de voltaje variable entre 0 y 30 kV, un detector Si-PIN con ventana de berilio de 0.3 milésimas de espesor y 162 eV de resolución energética.

Realizados diferentes ensayos, se concluyó que los parámetros experimentales más adecuados son 30 kV de tensión de excitación, 20  $\mu$ A de intensidad de corriente del tubo de rayos X y 550 s de tiempo de adquisición. La distancia mínima que permitía la geometría es de 1,5 cm. entre detector y negativo fotográfico.

## **NEGATIVOS SELECCIONADOS PARA EL ANÁLISIS(1)**

Para el análisis de fotografías históricas mediante EDXRF se seleccionaron seis negativos, cuatro nitratos y dos placas de vidrio procedentes de los archivos de fototeca histórica del Instituto del Patrimonio Histórico Español. Todos forman parte de una misma colección, las fotografías tomadas por el arqueólogo Juan Cabré (1882-1947).

Juan Cabré pertenece todavía a una generación que se enfrenta a la fotografía con un cierto carácter artesanal en lo que a la obtención y mejora de las imágenes se refiere. Además, Cabré sabía que la toma no determinaba únicamente la imagen final, sino que existían algunas prácticas que contribuían a mejorarla. Una de ellas es la utilización de máscaras diversas de colores en el negativo que contribuían a disminuir el contraste entre diferentes figuras, entre figuras y fondo, por ejemplo, y de esta manera mejorar notablemente la imagen positiva final. En el caso de las fotografías aquí seleccionadas, se encuentra una máscara roja en los negativos, cuya identificación elemental también se ha realizado.

En cada caso se ha analizado el negativo por el lado del soporte, de la emulsión en las zonas más oscuras, donde es previsible encontrar mayor concentración de plata, y las posibles adiciones para retocar la imagen final.

De todos los elementos detectados en los análisis, algunos no se consignan por las siguientes razones. El estroncio es una impureza del calcio, y siempre aparece asociado a éste, por lo que no es relevante para el análisis. El zirconio procede del tubo de rayos X y no de la placa analizada. El níquel procede de la carcasa del detector por lo que

tampoco entra en la composición elemental de la placa. El paladio es el elemento constituyente del ánodo del tubo de rayos X. Del resto de los elementos encontrados se recogen aquellos que son detectados con un error asociado al área neta menor del 20%.

- Crátera ibérica del Cabezo de Alcalá decorada con motivos vegetales y geométricos (Azaila, Teruel). 1930.

**Fig. 1 .....Negativo con nº de inventario 210 del IPHE.**

Negativo en nitrato de celulosa con emulsión de gelatina de 13cm x 18cm, perteneciente a la fototeca del IPHE con nº de registro 210. Representa un objeto arqueológico que se quiere documentar procedente de excavación, a lo que se une la intención de realizar una buena fotografía susceptible de ser publicada, como demuestra el cuidado en la eliminación de cualquier imagen de fondo.

Los resultados de los análisis mediante EDXRF aparecen en la tabla 1. En ellos se recogen los elementos presentes en la emulsión y en el soporte respectivamente, tras la valoración, comparación y estudio de los espectros obtenidos mediante EDXRF.

Identificación del negativo		Si	S	Cl	Ca	Ti	Cr	Fe	Zn	As	Br	Ag	I	Hg
210	Emulsión		•	•	•		•		•			•	•	•
	Soporte		•	•	•		•							

Tabla 1. Resultado del análisis elemental obtenido mediante EDXRF por el anverso para la emulsión y por el reverso para el nitrato de celulosa

Los resultados obtenidos son coherentes con un soporte de origen orgánico, como era esperable para el nitrato de celulosa. Tan sólo la presencia del cromo resulta inesperada. No obstante, hay que tener en cuenta que el cromo era un elemento habitual en la fabricación de placas fotográficas porque proporcionaba a la emulsión una cierta dureza que facilitaba su disposición sobre el soporte.

Respecto a los elementos detectados en la emulsión, la presencia de yodo podría indicar que este haluro formaba parte de la emulsión inicial y que el lavado posterior a la deposición de la plata metálica que forma la imagen latente no se ha realizado con profundidad, por lo que todavía puede detectarse.

No obstante, la presencia simultánea de yodo y mercurio en este caso, también es compatible con el empleo del ioduro de mercurio, utilizado como reforzador. El uso de reforzadores se da en negativos débiles que han recibido poca luz, por lo que se busca aumentar los contrastes con los que salió del revelador.

- Puñal de hierro y otros objetos metálicos de la sepultura 44 de la Necrópolis de La Requijada (Gormaz, Soria). Anterior a 1916.

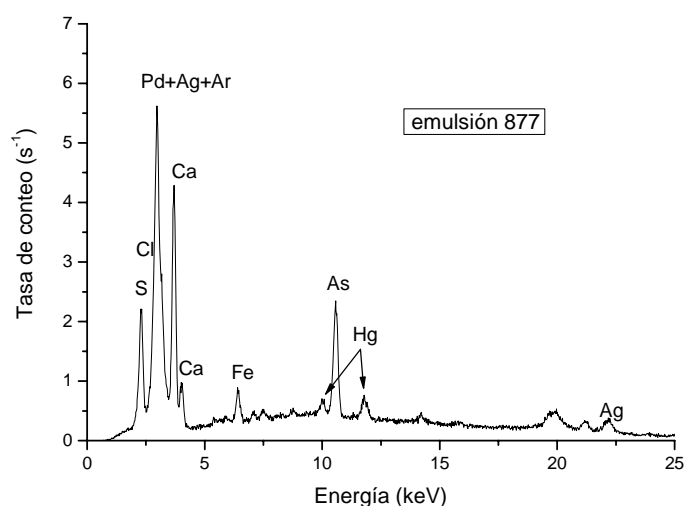
Negativo de vidrio a la gelatina de 13x18 cm, perteneciente a la fototeca del IPHE con n° de registro 877. Es una imagen documental en el ámbito de la excavación en la que se trabaja.

Del estudio de los espectros obtenidos mediante el análisis con EDXRF se deducen los resultados presentados en la tabla 2.

Identificación del negativo		Si	S	Cl	Ca	Ti	Cr	Mn	Fe	Zn	As	Br	Ag	I	Ba	Hg
877	Emulsión		•	•			•		•				•			•
	Soporte	•		•	•				•		•					

Tabla 2. Resultado del análisis elemental obtenido mediante EDXRF por el anverso para la emulsión y por el reverso para el vidrio soporte

En este caso encontramos un soporte de vidrio cuyos elementos constituyentes detectados son los característicos de los vidrios correspondientes a esta época utilizados en fotografía, que son Si, Cl, Ca, Fe y As.



**Fig. 2 .....Espectro de EDXRF por la cara de la emulsión del negativo con n° de inventario 877 del IPHE. El arsénico procede del soporte**

En cuanto a la emulsión y las sustancias formadoras de la imagen, tal como aparece en la figura 2, encontramos elementos de bajo número atómico presentes en la emulsión, el Fe que procede muy probablemente del soporte de vidrio y la plata metálica que constituye la imagen. Como elemento característico se ha detectado Hg. Como en el caso anterior, su presencia puede deberse al uso de un reforzador. En este caso no se detecta yodo, por lo que el reforzador utilizado sería bicloruro de mercurio.

- Arqueta árabe de la tumba de San Martín procedente del Monasterio (Santa María de Huerta, Soria). 1911-1917.

Negativo de vidrio a la gelatina de 9x12 cm, perteneciente a la fototeca del IPHE con nº de registro 1676. Es una imagen que recoge los detalles de esta magnífica arqueta.

**Fig. 3 .....Negativo con nº de inventario 1676 del IPHE.**

Los resultados de los análisis mediante EDXRF aparecen en la tabla 4.

Identificación del negativo		Si	S	Cl	Ca	Ti	Cr	Mn	Fe	Zn	As	Br	Ag	I	Hg
1676	Emulsión		•	•	•		•		•				•		
	Soporte	•	•	•	•				•		•				

Tabla 4. Resultado del análisis elemental obtenido mediante EDXRF por el anverso para la emulsión y por el reverso para el vidrio soporte

El soporte de vidrio de este negativo está constituido por los mismos elementos característicos de los vidrios mencionados en el caso anterior y correspondientes a esta época utilizados en fotografía, que son Si, Cl, Ca, Fe y As.

En cuanto a la emulsión y las sustancias formadoras de la imagen, como en el caso anterior encontramos elementos de bajo número atómico correspondientes a compuestos orgánicos, como es de esperar tratándose de una gelatina. Como único elemento metálico se detecta la plata, cuya distribución en la superficie da lugar a la imagen. No ha sido detectado ningún tratamiento posterior de la imagen.

- Dibujo de los grabados rupestres del seno C de la Cueva de Los Casares que representan diferentes figuras zoomorfas (Riba de Saelices, Guadalajara). Hacia 1934.

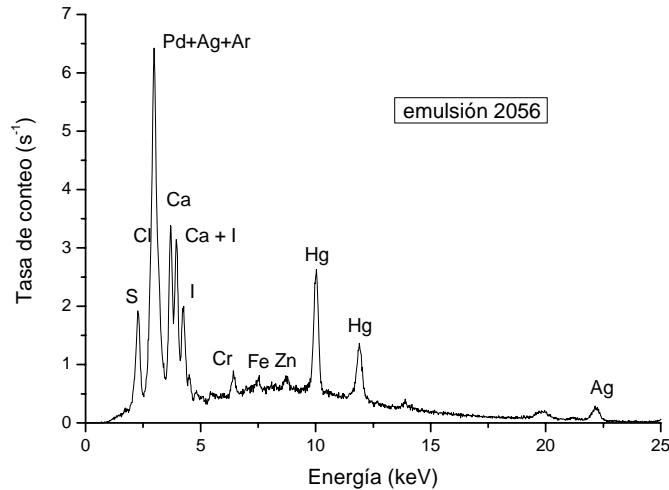
Negativo en nitrato de celulosa y con emulsión de gelatina de 6x9 cm, perteneciente a la fototeca del IPHE con nº de registro 2056.

Una vez estudiados los espectros obtenidos mediante EDXRF tanto por el lado de la emulsión como por el del soporte, se tienen los resultados presentados en la tabla 5.

Identificación del negativo		Si	S	Cl	Ca	Ti	Cr	Mn	Fe	Zn	As	Br	Ag	I	Hg
2056	Emulsión		•	•	•		•		•	•			•	•	•
	Soporte		•	•	•										

Tabla 5. Resultado del análisis elemental obtenido mediante EDXRF por el anverso para la emulsión y por el reverso para el soporte

Como en el caso del negativo 210, los resultados son compatibles con la presencia del nitrato de celulosa. Una vez más, la detección del cromo indica su uso para aportar a la emulsión una cierta dureza que facilitaba su disposición sobre el soporte.



**Fig. 4 .....Espectro de EDXRF correspondiente al análisis por el lado de la emulsión del negativo con nº de inventario 2056 del IPHE.**

Podemos concluir que S, Cl, Ca, Cr, Ag, I y Hg son constituyentes de la emulsión. Destacan en esta composición la presencia de iodo junto con el mercurio. Se deduce por tanto, la utilización del yoduro de mercurio como sal reforzadora de la imagen. Una vez más, se detecta el cromo que contribuye a mejorar las propiedades físicas de la emulsión.

- Dibujo de grabados rupestres en la galería entre los senos B y C de la Cueva de los Casares (Riba de Saelices, Guadalajara). Hacia 1934.

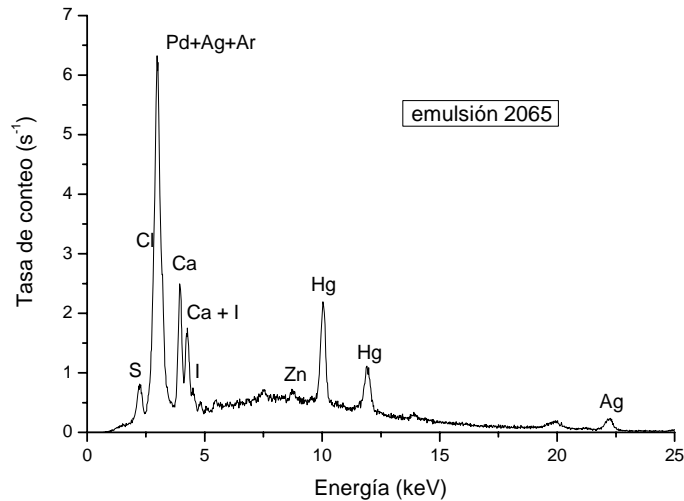
Negativo en nitrato de celulosa y gelatina de 6x9 cm, perteneciente a la fototeca del IPHE con nº de registro 2065.

La elaboración de los resultados obtenidos de los análisis mediante EDXRF aparece en la tabla 6.

Identificación del negativo	Si	S	Cl	Ca	Ti	Cr	Mn	Fe	Zn	As	Br	Ag	I	Hg
2065 Emulsión			•									•	•	•
2065 Soporte		•	•	•		•								

Tabla 6. Resultado del análisis elemental obtenido mediante EDXRF por el anverso para la emulsión y por el reverso para el soporte

Podemos concluir que S, Cl, Ca son constituyentes del nitrato de celulosa, acompañados del Cr que aumenta la dureza de la emulsión facilitando su aplicación y función.



**Fig. 5 .....Espectro de EDXRF correspondiente al análisis por el lado de la emulsión del negativo con n° de inventario 2065 del IPHE.**

Como elementos característicos de la emulsión se detectan Ag, que forma la imagen, y la presencia simultánea de iodo y mercurio. Una vez más posiblemente procedentes del ioduro de mercurio usado como reforzador. Hay que notar que, a diferencia de casos anteriores, en este negativo encontramos áreas netas de Hg mayores.

- Retrato de Fernando el Católico y el Príncipe Juan del Político de los Reyes Católicos ahora en el muro sur de la antecámara de la capilla de los Corporales en la Colegiata de Santa María (Daroca, Zaragoza). 1908-1910.

Negativo de nitrato de celulosa de 13x18 cm, perteneciente a la fototeca del IPHE con n° de registro 2749. En este caso se observa un pequeño retoque en color rojo con la intención de disminuir el contraste o la percepción de algún detalle cuya imagen final no resultaba satisfactoria.

**Fig. 6 .....Negativo con n° de registro 2749 en la fototeca del IPHE.**

Del estudio de los espectros obtenidos mediante EDXRF se deduce la composición del soporte, la emulsión y la máscara, resultados que aparecen recogidos en la tabla 7.



Identificación del negativo	Si	S	Cl	Ca	Ti	Cr	Mn	Fe	Zn	As	Br	Ag	I	Hg
2749	Emulsión	•	•	•	•	•	•				•	•		
	Máscara roja		•	•	•	•					•	•		•
	Soporte		•	•	•									

Tabla 7. Resultado del análisis elemental obtenido mediante EDXRF por el anverso para la emulsión y por el reverso para el soporte

Por tanto, encontramos un soporte de naturaleza orgánica, constituido fundamentalmente por elementos de bajo número atómico. En la emulsión se encuentran, además de los ligeros, la plata que conforma la imagen, el bromo que indica que estaba en la composición de la emulsión originaria, el cromo frecuentemente encontrado, y el manganeso.

El elemento característico de la máscara roja es el mercurio. Por tanto, es posible que la máscara roja se haya elaborado con sulfuro de mercurio, pigmento también denominado bermellón. Su aplicación se ha realizado mediante pincel claramente apreciable por los trazos que ha dejado. El pigmento es característico de una paleta de pintor para obtener como resultado cromático el rojo.

## CONCLUSIONES

De los resultados del estudio realizado podemos concluir que la espectroscopía de fluorescencia de rayos X es una técnica adecuada para la identificación de elementos presentes en fotografías históricas. Presenta las ventajas de ser una técnica sin toma de muestra, no destructiva, con posibilidad de análisis in situ, multielemental e inmediata.

Permite identificar los elementos constituyentes del soporte de las fotografías, especialmente en los casos de soporte de vidrio. En soportes orgánicos, tan sólo queda corroborada esta naturaleza pero no la identificación del compuesto, para lo que habría que recurrir a otras técnicas.

Ofrece la composición elemental de las sustancias formadoras de la imagen, en los negativos estudiados en este trabajo, todos haluros de plata. En algunos casos, el haluro inicial es detectado por defectos de lavado en el proceso de obtención de la imagen final, identificándose bromo en el negativo 2749.

La caracterización de los elementos utilizados en el proceso de elaboración de la imagen negativa final también es posible, de modo que pueden deducirse el uso de reforzadores y diferenciar si se ha utilizado el bicloruro de mercurio o el ioduro de mercurio, los dos reforzadores habituales, o modificadores de las propiedades físicas de la emulsión como el cromo.

También se ha identificado el compuesto constituyente de la máscara utilizada en el negativo 2749 como un bermellón, pigmento muy utilizado por los fotógrafos en retoques y máscaras.

Con todo ello, se ha contribuido al conocimiento material de las fotografías históricas estudiadas ofreciendo al conservador y restaurados de fotografía información de gran utilidad para la documentación, investigación y pautas de conservación de sus colecciones.

Queda abierta todavía la posibilidad de continuar con la aplicación de esta técnica analítica al estudio de la fotografía histórica y optimizar las posibilidades que su versatilidad ofrece.

## NOTAS

<sup>1</sup> Datos ofrecidos por Belén Rodríguez Nuere, conservadora de la colección Cabré en el IPHE, a quien agradecemos su colaboración.

## BIBLIOGRAFÍA

CARRIVEAU, G.W., SÉLLER, M. (1982) "A study of Rembrandt drawings using X-ray fluorescence". *Nucl.Instr. and Meth.*, 193, 297-301.

CESAREO, R.; GIGANTE, G.E.; CANEGALLO, P.; CASTELLANO, A.; IWANCZYK, J.S.; DABROWSKI, A. (1996) "Applications of non-cryogenic portable EDXRF systems in archaeometry", *Nucl. Instr. and Meth.*, A 380, 440-445.

CESAREO, R.; GIGANTE, G.E.; CASTELLANO, A. (1999) "Thermoelectrically cooled semiconductor detectors for non-destructive analysis of works of art by means of energy dispersive X-ray fluorescence" *Nucl. Instr. and Meth.* A 428, 171-181.

ENYEART, J. L.; ANDERSON, A.B.; PERRON, S.J.; ROLLINS, D.K.; FERNANDO, Q. (1983) "Non destructive elemental analyses of photographic paper ad emulsions by x-ray fluorescence spectroscopy", *History of photography*, 7, (April-June 1983), pp. 99-113.

FERRERO, J.L; ROLDÁN, C; VERGARA, C. (1997) "Identificación por fluorescencia de rayos x de alteraciones en muestras de papel", *Caesaraugusta*, 73, 273-277.

GETTY CONSERVATION INSTITUTE, (2001) "Conservation of photographic materials", *GCI Newsletter* 16.2.

GIUNTINI, L.; LUCARELLI, F.; MANDÓ, P.A.; HOOPER, W.; BARRER, P.H. (1995) "Galileo's writings: chronology by PIXE". *Nucl.Instr. and Meth.* B95, 389-392.

GOTTLIEB, A. (1995) "Chemistry and conservation of platinum and palladium photographs", *JAIC*, vol 34, 1, pp. 11-32.

HALL, E.T. (1958) "Some Uses of Physics in Archaeology", *Year Book of the Physical Society*, 22-34.

HALL, E.T. (1960) "X-ray fluorescence analysis applied to Archaeology". *Archaeometry*, vol.3, 29-35.

HALL, E.T., BANKS, M.S., STERN, J.M. (1964) "Uses of X-ray Fluorescence Analysis in Archaeology" *Archaeometry* 7, 84-89.

HALL, E.T.; SCHWEIZER, F.; TOLLER, P.A. (1973) "X-ray fluorescence analysis of museum objects: a new instrument" *Archaeometry* 15, 53-78.

JUANES, D. (2002) *Diseño de sistemas EDXRF para el análisis de bienes del patrimonio histórico-artístico*. Tesis doctoral. Universidad de Valencia.

LONGONI, A., FIORINI, C., LEUTENEGGER, P., SCIUTI, S., FONTEROTTA, G., STRÜDER, L. LECHNER, P. (1998) "A portable XRF spectrometer for non-destructive analyses in archaeometry" *Nucl. Instr. and Meth. A* 409, pp. 407-409.

MCCABE C., GLINSMAN L.D., (1995) "Understanding Alfred Stieglitz' Platinum and Paladium Prints: Examination by X-ray Fluorescence Spectrometry" *Conservation Research*, 71-86. *Research Techniques in Photographic Conservation*, Denmark, The Royal Danish Academy of Fine arts, 1995, pp.31-40.

PENICHON, S. (1999) "Differences in image tonality produced by different toning protocols for matte collodion photographs", *JAIC*, vol 38, 2, pp. 124-143.

REMPEL, S. (1986) "Qualitative Energy X-ray Fluorescence Examination of Historic Photographic Artifacts" comunicación presentada en el Photographic Materials Group Winter meeting of the American Institute for Conservation, Charleston, S.C., 22 marzo de 1986.

ROLDÁN GARCÍA, C; SÁNCHEZ REAL, J; FERRERO CALABUIG, J. (2001) "Análisis de la composición elemental del papel de las actas municipales del Archivo Histórico de Tarragona. Estudio preliminar", *Actas del IV Congreso nacional de Historia del papel en España*. Córdoba, 28-30 de junio de 2001. pp. 35-41

SISTACH, C. (1997) "El papel árabe en la Corona de Aragón". II Congreso Nacional de Historia del Papel en España. Cuenca, 1997.

## **CURRÍCULUM VITAE**

### **Marian del Egidio**

Licenciada en Ciencias Físicas. Desde 1996 hasta 2000 he trabajado en el Museo Nacional de Ciencia y Tecnología vinculada a diverso proyectos de investigación y catalogación de instrumentos científicos. Desde 1999 pertenezco al Cuerpo Facultativo de Conservadores de Museos y desde 2000 estoy destinada en el Instituto del Patrimonio Histórico Español como Jefa del Departamento Científico.

### **David Juanes**

Doctor en Ciencias Físicas en el 2002. Desde 1998 he trabajado en el diseño y aplicación de la espectrometría de rayos X aplicada al estudio de Bienes Culturales. En el 2003 me incorporo Departamento de Científico de Conservación del IPHE realizando tareas de caracterización de materiales en Bienes Culturales mediante Fluorescencia de Rayos X

### **Carmen Martín de Hijas**

Ingeniero Técnico Industrial. De 1975 a 1987 estuve destinada en el Departamento de Química del Centro Nacional de Conservación y Restauración de Libros y Documentos. De 1987 hasta la actualidad estoy destinada en el Departamento de Científico de Conservación del IPHE encargada de los análisis de soporte documental y textil y recientemente responsable del equipo de Fluorescencia de Rayos X.