

LA FOTOGRAFÍA INFRARROJA Y SUS POSIBILIDADES COMO FUENTE DE DOCUMENTACIÓN PREVIA A LA ACTUACION SOBRE UN OBJETO DE ARTE

David Gómez Lozano *

A partir de un caso real —la documentación del estado de conservación de una tabla perteneciente a la iglesia de Arbás, en Toro (Zamora)— se explica la aplicación de las radiaciones infrarrojas a la labor del restaurador de bienes culturales, y más concretamente, al estudio fotográfico previo a cualquier posible intervención sobre uno de éstos.

Palabras Clave: Fotografía, Infrarrojos, Iluminación, Conservación, Documentación, Reflectografía IR, Luz Polarizada.

INFRARED PHOTOGRAPHY AND ITS POTENTIAL AS A DOCUMENTARY SOURCE PRIOR TO WORK ON AN OBJECT OF ART

Based on a real case —existing documentation of the state of conservation of a panel belonging to the Church of Arbás in Toro (Zamora)— this article explains the use of infrared radiation in the restoration of cultural property and specifically describes preliminary photographic reports as part of the conservation process.

Key words: Photography, Infrared, Lighting, Conservation, Documentation, Infrared reflectography, Polarized light.

El empleo de la Fotografía como disciplina auxiliar en trabajos de Conservación y Restauración está fuertemente enraizado. La imagen fotográfica permite identificar y documentar de forma comprensiva la actividad del profesional que se enfrenta a la restauración de un bien cultural. La toma de imágenes comienza a la recepción de la obra —momento en el que se hace acopio de la mayor información posible sobre su estado general— y continúa a lo largo de la intervención que devolverá a aquélla, en la medida de lo posible, las características que hicieron de ella un *objeto de arte*. De este modo, el profesional obtiene un documento visual único, pues muestra de modo evolutivo la complejidad de su trabajo, algo que de otro modo sólo podría intuirse a partir de la contemplación de la obra ya restaurada.

Existen numerosos manuales que explican la técnica fotográfica y su aplicación a la reproducción y copia de obras de arte¹. Asimismo, los informes que sobre restauración de obras concretas se publican suelen hacer alguna mención a las técnicas fotográficas auxiliares empleadas, si bien a menudo se elude la explicación en profundidad de la actividad realizada y de las razones que llevaron a emplear ciertas técnicas en perjuicio de otras. El presente artículo

pretende cubrir ese hueco, mostrando la forma en que se plantea el análisis visual —y su registro en material fotográfico— previo a cualquier intervención sobre un bien cultural. Para ello, se ha escogido un caso práctico real.

El Cristo de Arbás

En septiembre de 1997 llegó a la Escuela Superior de Conservación y Restauración de Bienes Culturales de Madrid una tabla fechada a finales del siglo XVII, procedente del retablo mayor de la iglesia de Arbás, situada en la localidad zamorana de Toro. La obra en cuestión representa un Cristo en la Cruz, con dos figuras a sus pies, la Virgen y San Juan.

En un primer momento se procedió a fotografiar la obra con película convencional en color, para documentar el estado de conservación en el que se encontraba al ingresar en la Escuela. Se trata del procedimiento seguido habitualmente con cualquier objeto artístico que llega al centro. La Figura 1 muestra dicha imagen, obtenida con película Fujichrome RTP 64T. Se trata de una emulsión que ofrece diapositivas en color a partir de la iluminación de lámparas fotográficas convencionales, que

* Profesor de Técnicas Fotográficas de la E.S.C.R.B.C.

—como es sabido— emiten a una temperatura de color más ó menos estabilizada en torno a los 3200 Kelvin. El empleo de la película RTP 64T —ó de cualquier otra calibrada para este tipo de iluminación— resulta particularmente adecuado cuando, como en este caso, es preciso recurrir a tiempos de exposición prolongados. La razón es que esta familia de emulsiones no precisa correcciones — ni en exposición, ni en filtrado— por fallo en la *ley de reciprocidad*² para tiempos de exposición de hasta varios segundos. El esquema de iluminación empleado es el común a la hora de reproducir un objeto plano: luces pareadas situadas de modo simétrico a ambos lados del eje óptico, a unos 45 grados de éste. En este caso concreto, se emplearon 4 focos de potencias entre 250 y 500 vatios, situados de forma que emitieran de modo uniforme sobre toda la superficie del cuadro. Este esquema de iluminación se repetiría posteriormente —como se verá— a la hora de obtener imágenes similares empleando diferentes emulsiones.

Además de esta primera toma, se realizó otra con luz rasante. Para ello, se colocó un par de lámparas fotográficas de 250 vatios de potencia a un lado de la obra, de modo que mostraran la textura de ésta, así como cualquier posible irregularidad en su superficie. Como la iluminación resultaba poco uniforme, se procedió a colocar un reflector de corcho blanco al otro lado de la obra, frente a las lámparas.

Esta técnica es muy útil cuando se trabaja con lienzos³, pero en el caso concreto que nos ocupa, al tratarse de una pintura

sobre tabla, su empleo no resulta de gran valor. Si acaso, nos sirve para documentar el —por otro lado, evidente— curvado de los maderos empleados en la confección de la obra. El resultado puede observarse en la Figura 2. La película empleada es la misma que en el caso anterior.

Búsqueda de Información Subyacente

Una vez documentado el estado superficial de la obra, el paso siguiente es la búsqueda en capas inferiores de datos que puedan revelarnos algo sobre los avatares por los que aquélla ha pasado a lo largo del tiempo. Se trata de detectar la posible existencia de correcciones y/o alteraciones realizadas bien por el autor, bien por otras personas. Para ello, se procedió a inspeccionar la obra con ayuda de la técnica conocida como *reflectografía IR en vídeo*. Esta técnica es subsidiaria de las investigaciones de Van Asperen de Boer, quien en los años '60 desarrolló un sistema electrónico para generar imágenes a partir de las longitudes de onda infrarrojas reflejadas por una obra de arte⁴. La evolución tecnológica ha llevado de los más de treinta minutos que podían tardar en formarse las primeras imágenes de Van Asperen de Boer hasta el trabajo en tiempo real de los modernos sistemas de vídeo IR.

En el caso concreto que nos ocupa se empleó un sistema de la marca Grundig Electronic, compuesto por una cámara de vídeo con objetivo Tarcus 35mm 1:2,8 y un monitor de 12 pulgadas. Debido a que el tubo vidicom empleado registra indistinta y

Notas al texto

- 1 Entre otros muchos, véase *Copying and Duplicating. Photographic and Digital Imaging Techniques*. [Publicación Eastman Kodak M-1] Rochester, Silver Pixel Press, 1984 [2ª edición, 1996].
- 2 La Ley de Reciprocidad ó ley de Bunsen y Roscoe es aquélla según la cual la Exposición necesaria para obtener una imagen fotográfica queda definida por el producto de la Intensidad lumínica y el Tiempo durante el cual la emulsión es expuesta a dicha luz [$E = I \times T$]. De acuerdo con esta ley, podemos mantener el mismo nivel de Exposición alterando ambos factores de forma proporcional. Así, si reducimos la Intensidad (mediante el empleo de una abertura de diafragma menor) podemos compensar empleando un Tiempo de exposición mayor. Pero esta ley tiene un campo de aplicación limitado, que varía para cada emulsión. Normalmente, las películas calibradas para luz día muestran pérdida de sensibilidad y alteraciones en el balance cromático para tiempos superiores a 1/15 de segundo, por lo que su uso no se recomienda cuando haya que emplear tiempos de exposición prolongados y se desee una reproducción lo más fidedigna posible de los colores del original.
- 3 Por ejemplo, para revelar dobles, grapados, añadidos, etc.
- 4 Van Asperen de Boer, J.R.J., *Examen por radiación IR*, artículo incluido en *Scientific Examination of Easel Paintings*, PACT, Journal of the European Study Group on Physical, Chemical and Mathematical Techniques Applied to Archaeology, número 13, 1986.

D. GÓMEZ



1. Fujichrome RTP 64T, ISO 64/19°, formato 120. Cámara Hasselblad 500C, Objetivo Planar CF 80mm 1:2,8. Revelado: proceso E-6.



2. Fujichrome RTP 64T, ISO 64/19°, formato 120. Cámara Hasselblad 500C, Objetivo Planar CF 80mm 1:2,8. Revelado: proceso E-6.

Notas al texto

- 5 En este caso, se empleó un filtro ES de la firma B+W, totalmente opaco a la luz visible.
- 6 También es posible el empleo de lámparas IR especiales, si bien su elevado coste no ofrece ningún beneficio adicional.
- 7 En nuestro caso, se escogió la película Ilford XP2, expuesta a una sensibilidad de ISO 400/27°. La razón para escoger esta emulsión y no otra estriba en su magnífica latitud de exposición y en el hecho de que –pese a tratarse de una película en blanco y negro– su procesamiento se realiza mediante el sistema de revelado estándar de material negativo en color (proceso C-41).



D. GÓMEZ

3. Kodak T-Max 100, ISO 100/21°, formato 120. Cámara Mamiya RB 67, objetivo Sekor C 90mm 1:3,8. Revelado: 7 minutos a 20°C en revelador Kodak HC-110 a Dilución B (1+31).

solapadamente la imagen formada por la luz visible y la formada por la luz infrarroja, es necesario emplear un filtro especial⁵ sobre el objetivo de la cámara, de modo que sólo la radiación infrarroja forme imagen en la pantalla del monitor.

La elevada emisión de radiaciones infrarrojas de las lámparas fotográficas permitió el empleo del esquema de iluminación utilizado previamente para la obtención de la imagen de la Figura 1. Podría haberse empleado igualmente cualquier otra fuente de luz que emitiera IR de forma constante y en cantidad suficiente, como por ejemplo un juego de bombillas de tungsteno de uso doméstico, cuyo coste es muy inferior al de las de uso fotográfico⁶. Sea cual sea el iluminante escogido, se hace necesario controlar la temperatura que desprende, en previsión de posibles alteraciones que la obra pudiera sufrir por exposición a un calor excesivo.

La imagen infrarroja tomada por la cámara de vídeo aparece en la pantalla del moni-

tor. Ahora bien, si queremos obtener un registro permanente de dicha imagen se hace imprescindible emplear alguno de los recursos que para ello ofrece el mercado. Si lo que queremos es una imagen en papel, podemos optar por alguno de los varios –costosos– aparatos capaces de imprimir directamente la imagen de un monitor. Otra opción, la escogida en nuestro caso, consiste en la toma directa de fotografías de la pantalla del monitor. Para ello puede emplearse cualquier emulsión fotográfica en blanco y negro que ofrezca buen detalle y contraste moderado⁷.

Debido a la poca resolución de los monitores de televisión, para obtener una imagen final mínimamente aceptable se hace imprescindible realizar tomas parciales sucesivas de la obra, y no una única imagen general, como parecería lógico. Para ello, se colocó la cámara de vídeo frente a la tabla, de modo que sólo una parte de ésta apareciera en la pantalla del monitor. A continuación, y tras comprobar la uniformidad de la iluminación en toda la obra, se situó

una cámara fotográfica frente al monitor, y se fotografió la pantalla de éste⁸.

Una vez tomada la foto, se procedió a situar la cámara de vídeo frente a otra porción de la obra, para su reproducción fotográfica. Así se hizo sucesivamente, hasta completar la totalidad de la superficie de la obra. A lo largo de este engorroso proceso, es imprescindible mantener constante en todo momento la distancia entre la obra y la cámara de vídeo, así como la perpendicularidad entre la superficie de la obra y el eje óptico de la cámara de vídeo. Asimismo, la posición relativa del monitor y de la cámara fotográfica se mantendrá inalterada. Sólo si se siguen estas indicaciones será posible tomar todas las imágenes a una misma escala. De no hacerlo así, resultaría poco menos que imposible la posterior unión de todas las imágenes parciales en una toma general.

También habrá que vigilar –y evitar– la posible formación de reflejos sobre la pantalla del monitor.

Una vez revelado el material, la dificultad estriba en yuxtaponer las imágenes obtenidas, de forma que todas ellas puedan encajar perfectamente en algo semejante a un puzzle. Esto es especialmente complicado si tenemos en cuenta que probablemente algunas imágenes requerirán un *positivado* con mayor contraste y/o luminosidad para aportar la mayor información posible de algún detalle concreto de la obra.

La Figura 3 es una reproducción de la imagen formada a partir de nueve imágenes parciales de la tabla de Arbás. Esta reproducción se realizó sobre película en blanco y negro convencional, en formato 120. Para ello, se empleó una mesa de reproducción marca Kaiser modelo RA1, que incorpora un sistema de iluminación RB 5.000, con cuatro fluorescentes Osram L18 W/12, calibrados para luz día, situados simétricamente a ambos lados de la base del tablero, con un ángulo aproximado de unos 30°. Sobre el *puzzle* se colocó un cristal, de forma que todas las piezas quedaran perfectamente planas. Esto obligó a emplear un filtro polarizador sobre la lente para evitar reflejos sobre el cristal. Como quiera que esto no fuera suficiente, fue necesario *polarizar* la luz. Para ello, se colocó una lámina polarizadora delante de cada uno de los fluorescentes. La búsqueda del ángulo adecuado que minimizara al máximo los reflejos llevó su tiempo⁹...

A pesar de la baja calidad de la imagen obtenida por este procedimiento –que ado-

lece de escasa definición y contraste irregular– puede decirse que su valor informativo es realmente alto, pues muestra sin dejar lugar a dudas la presencia de dibujo subyacente a lo largo y ancho de toda la tabla. Tras la imagen del crucificado puede atisbarse la de una virgen. La presencia de ciertas figuras aladas –angelotes, muy posiblemente– a ambos lados de aquella, parece dar a entender que se trata de una Anunciación ó una Ascensión.

La información obtenida mediante el empleo de esta técnica no se limita a reconocer figuras ó trazos más ó menos escondidos. El hecho de que la parte de la Virgen cubierta por la figura del Cristo permanezca casi totalmente oculta se debe a la confección de éste con pigmentos opacos a las longitudes de onda infrarrojas. Esto puede facilitar la identificación de los pigmentos empleados originalmente por el artista que pintó el Cristo¹⁰. Por lo tanto, el estudio detallado de las imágenes puede proporcionar al profesional de la restauración información insospechadamente útil.

Emulsiones Fotográficas Sensibles al Infrarrojo

Una herramienta que ha ido cayendo poco a poco en desuso por parte del profesional de la conservación es la Fotografía Infrarroja *auténtica*, es decir, aquella que se sirve de emulsiones fotográficas sensibles a las radiaciones infrarrojas para registrar imágenes debidas única y exclusivamente a este tipo de radiaciones. La causa de su abandono hay que buscarla, por un lado, en su elevado precio y en las dificultades de suministro¹¹. Por otro lado, este tipo de emulsiones requiere de ciertos cuidados especiales que no todo el mundo parece dispuesto a dedicarle¹², lo que a menudo ocasiona unos resultados desesperanzadores. Esto, unido al creciente desarrollo de la reflectografía en vídeo IR, ha ido relegando al ostracismo a este tipo de emulsiones, al menos en el campo de la restauración¹³.

La Fotografía Infrarroja presenta ciertas ventajas respecto a la ya comentada reflectografía en vídeo IR. Si bien es cierto que su empleo implica cierta demora en la observación de resultados (frente a la instantaneidad que ofrece la imagen de vídeo), la nitidez de sus imágenes es, por lo general, muy superior.

Además, es importante destacar que las emulsiones fotográficas IR y los sistemas

Notas al texto

- 8 Es preciso recordar que, debido a las características intrínsecas de la formación de imágenes electrónicas, no deben emplearse tiempos de exposición menores de 1/30 de segundo para su reproducción por medios fotográficos convencionales.
- 9 El observador cuidadoso podrá advertir ciertos reflejos, especialmente en la esquina inferior izquierda, junto al manto de la virgen. Estos reflejos –que se repiten en varias de las imágenes parciales que conforman el puzzle– corresponden a reflejos producidos en la pantalla del monitor, y que pasaron inadvertidos al tomar las sucesivas fotografías de la pantalla. Dado lo complicado que puede llegar a resultar el apreciar a priori la existencia de este tipo de reflejos, y siempre que su existencia no suponga una merma importante en la carga informativa de la imagen, puede procederse a su retoque con anilinas sobre las copias positivas. En este caso, se ha considerado más ilustrativo mostrar la imagen sin alteraciones.
- 10 Muy posiblemente, blanco de plomo ó cualquier otro pigmento con alto contenido metálico, pues los metales presentan una elevada opacidad al infrarrojo.
- 11 Resulta especialmente complicado conseguir placas de gran formato, pues el único fabricante que las comercializa con cierta discrecionalidad exige que los pedidos sean de un volumen considerable, lo que aleja al pequeño consumidor de este tipo de material. Por otro lado, la rápida caducidad del material imposibilita su almacenamiento prolongado, aún en óptimas condiciones de temperatura y humedad.
- 12 Fundamentalmente, carga y descarga de la cámara en completa oscuridad, y control de posibles filtraciones de infrarrojo en los materiales y el lugar empleados tanto para la toma como para el procesado. Esto incluye desde el fuelle y el portaplacas –sí se emplea una cámara de gran formato– hasta el tanque de revelado y las puertas del laboratorio. No hay que olvidar que ciertas maderas y algunos plásticos pueden resultar altamente permeables al infrarrojo.

Notas al texto

- 13 No así en otros campos, como la ecología ó la fotografía de creación, donde su empleo ha ido, quizás, a más.
- 14 Efectivamente, las distintas emulsiones IR de uso convencional no llegan más allá de los 900 nanómetros, mientras que los sistemas de vídeo IR pueden llegar en torno a los 2.000 nanómetros. Esto, que podría interpretarse a priori como una limitación de las primeras respecto a los segundos, no es sino una ventaja, pues su empleo nos permite la detección de posibles diferencias en el comportamiento de los pigmentos, que podrían quedar escondidas bajo su distinta excitación a longitudes de onda mayores.
- 15 Para ello, se siguieron las recomendaciones del fabricante del objetivo. Además, se maximizó la profundidad de campo mediante el empleo de una abertura de diafragma pequeña.
- 16 La película Konica alcanza los 820 nanómetros, con un pico de sensibilidad máxima en los 750 nanómetros, mientras que la película Kodak llega un poco más allá, hasta los 900 nanómetros.



4. *Konica IR 750nm, ISO 25/15°, formato 120. Cámara Hasselblad 500C, objetivo Planar CF 80mm 1:2,8 con filtro Kodak Wratten nº 87. Revelado: 6 minutos a 21°C en revelador Edwal FG7 diluido a 1:15. [Nota: se realizaron pruebas de exposición entre ISO 3/6° y 50/18°, resultando la más adecuada la correspondiente a ISO 25/15°]*



5. *Kodak HSIR, ISO 100/21°, formato 135. Cámara Nikon FM2, objetivo Micro Nikkor 55mm 1:3'5 con filtro Kodak Wratten nº 87. Revelado: 12 minutos a 21°C en revelador Edwal FG7 diluido a 1:15. [Nota: se realizaron pruebas de exposición entre ISO 25/15° y 400/27°, resultando la más adecuada la correspondiente a ISO 100/21°]*

de vídeo IR no son sensibles a la misma porción del espectro infrarrojo¹⁴.

Resulta interesante comparar los resultados obtenidos empleando estos dos medios de análisis. Las Figuras 4 y 5 fueron tomadas con dos emulsiones fotográficas IR distintas. En ambos casos, la iluminación empleada fue la ya comentada para la realización de la Figura 1. En ambos casos se empleó un filtro Kodak Wratten número 87 sobre el objetivo, para impedir el paso de la luz visible a la emulsión. Asimismo,

fue necesario corregir el enfoque para el infrarrojo¹⁵.

La respuesta espectral de cada emulsión es diferente¹⁶, lo que permite apreciar ciertas diferencias en las imágenes. En todo caso, la nitidez de ambas es muy superior a la de la Figura 3, realizada –como vimos– a partir de la imagen captada por un sistema de reflectografía en vídeo IR. La inspección de estas tres imágenes de modo conjunto posibilita una mayor precisión en el análisis del estado y características de la obra.



6. *Kodak Ektachrome Professional Infrared EIR, ISO 100/21°, formato 135. Cámara Nikon FM2, objetivo Micro Nikkor 55mm 1:3'5 con filtro Kodak Wratten nº 12 y filtrado adicional CC35C. Revelado: proceso E-6.*



7. *Kodak Ektachrome Professional Infrared EIR, ISO 50/18°, formato 135. Cámara Nikon FM2, objetivo Micro Nikkor 55mm 1:3'5 con filtro Kodak Wratten nº 12 y filtrado adicional CC35C. Revelado: proceso E-6.*

D. GÓMEZ

D. GÓMEZ

Imágenes Infrarrojas en Color

Finalmente, y como complemento a este juego de imágenes infrarrojas en blanco y negro, se obtuvo una serie de fotografías empleando la única emulsión infrarroja en color actualmente en el mercado. Se trata de la película de diapositivas Kodak Ektachrome Professional EIR. Esta película incluye entre sus capas, una sensible al infrarrojo. Requiere el empleo sobre la lente de un filtro amarillo¹⁷, al que debe añadirse cierta corrección al emplearse –como en nuestro caso– iluminación de 3200 Kelvin¹⁸. Frente a anteriores versiones de esta emulsión, la actual presenta la gran ventaja de su procesado en el sistema convencional de revelado de diapositivas, lo que permite una rápida inspección del material¹⁹.

Es importante destacar aquí la necesidad de realizar exposiciones escalonadas, empleando diferentes Índices de Exposición (IES). Esto se debe a que, muy a menudo, una exposición general *correcta* puede revelar menos detalles de una zona específica de la obra de lo que lo haría otra imagen *sub-* ó *sobreexpuesta*. Un ejemplo evidente de esto puede observarse si comparamos detenidamente las Figuras 6 y 7. Ambas están tomadas con película Ektachrome Professional EIR. La primera de ellas fue expuesta a la sensibilidad recomendada por el fabricante –ISO 100/21°–, mientras que la segunda se obtuvo *sobreexponiendo* en un paso. Si bien la primera posee una mayor calidad general, la segunda ofrece algo más de contraste a la hora

de mostrar el dibujo subyacente (obsérvese el manto de la virgen).

Conclusiones

Existen otras técnicas de inspección fotográfica –fotomicrografía, fotografía UV, fotografía con luz de sodio– y afines –rayos X– no menos interesantes que las comentadas, e igualmente relevantes en el estudio de obras de arte. Hablar de todas ellas con cierta profundidad exigiría un artículo de mayor extensión. Por lo que respecta a éste que nos ocupa, si algo pretende dejar claro es que, a la hora de plantear una actuación concreta sobre una obra de arte dañada, *a mayor información disponible, mayor es la probabilidad de acertar en la toma de cualquier decisión.*

Efectivamente, el estudio de la obra de arte desde los distintos puntos de vista que nos ofrecen las diferentes técnicas fotográficas aquí expuestas nos permite elaborar un juicio más preciso sobre la forma de acometer cualquier trabajo de restauración sobre ella. Es cierto que muchas veces las aportaciones de una técnica respecto a las demás pueden ser mínimas, pero es igualmente cierta la imposibilidad de conocer esto sin comparar los resultados obtenidos con todas ellas (y, por lo tanto, sin emplearlas). Por lo tanto, no parece inteligente despreciar a priori el empleo de ninguna técnica de documentación fotográfica en la creencia de que “probablemente no aportará nada”. Aquí, como casi siempre, *muchos pocos hacen un mucho.*

Notas al texto

- 17 El Kodak Wratten número 12 ó cualquier filtro equivalente de otro fabricante.
- 18 Kodak recomienda partir de un paquete de filtros de CC50C, pero nuestras pruebas han demostrado que, al menos en nuestro caso, se obtiene un mejor resultado con un filtrado de CC35C.
- 19 Las versiones anteriores debían ser enviadas a Kodak para su procesado, lo que alargaba enormemente el tiempo de espera.

Bibliografía

- Clark, Walter. *Photography by Infrared (its principles and applications)*. 2ª ed., Rochester, Wiley & Sons, 1946. 472 págs.
- Dorell, Peter G. *Photography in Archaeology and Conservation*. Cambridge, C.U.P., 1989. 262 págs.
- Eastman Kodak Company. *Applied Infrared Photography*. Publicación Kodak M-28. Rochester, edición de 1977, revisada en 1987. 86 págs.
- *Photographic Filters Handbook*. Publicación Kodak B-3. Rochester. 1992 [revisión de la edición de 1990]. 162 págs.
- Kodak Technical Information Data Sheet (TI2323): *Kodak Ektachrome Professional Infrared EIR Film/2236* [publicado en Internet, Febrero 1997]. 12 págs.
- Faldi, Manfredi y Paolini, Claudio. *Tecniche Fotografiche per la Documentazione delle Opere D'Arte*. Florencia, Istituto per L'Arte e il Restauro, 1988. 45 págs.
- Vacchiano, Michele. *La Riproduzione Fotografica di Documenti*. Bolonia, Zanichelli, 1987. 204 págs.
- White, Laurie. *Infrared Photography Handbook*. Nueva York, Amherst, 1996. 108 págs.