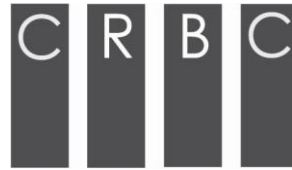




UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



departamento
Conservación
Restauración
Bienes
Culturales

El registro fotográfico con la técnica ultravioleta en el ámbito de la conservación y restauración de pintura mural

Raquel Barrera Rodríguez

07/07/2014

Tutores: Juan Cayetano Valcárcel Andrés
Julia Osca Pons



ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	2
RESUMEN.....	3
RESUM	4
ABSTRACT	5
INTRODUCCIÓN.....	6
OBJETIVOS	7
METODOLOGÍA.....	7
El registro fotográfico ultravioleta aplicado a la conservación y restauración	8
Fuentes de radiación ultravioleta	13
Filtros para Ultravioleta.....	18
Fotografía digital. Diferencias con el método analógico y en la aplicación de la obtención de la fluorescencia ultravioleta.....	20
Necesidades de entorno para la toma fotográfica de fluorescencias ultravioleta	26
Uso de la técnica de fluorescencia ultravioleta en el ámbito de la conservación y restauración.....	27
1 Aplicación de la técnica en pintura de caballete.....	28
Aplicación de la técnica de fluorescencia ultravioleta en pintura mural.....	31
Aplicaciones específicas de la fluorescencia ultravioleta para la investigación.	35
Otras aplicaciones del UV en conservación-restauración	43
Sondeo y valoración del uso del ultravioleta en el ámbito conservativo.	45
Realización y proyección de un prototipo para mejorar la captura de fotografías ultravioleta in situ.....	47
CONCLUSIONES.....	53
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55
BIBLIOGRAFÍA.....	58
ANEXO 1	61
Características técnicas de las cámaras fotográficas.....	61
Fujifilm finepix S3 pro UVIR	61
Sony Alpha 7R, especificaciones técnicas.....	67
ANEXO 2	77
Probetas: Registro ultravioleta y visible. Índice fotográfico.	77
ANEXO 3	78
Encuesta. Gráficos del sondeo: Uso de Infrarrojo y ultravioleta en la conservación y restauración de Patrimonio.	78

AGRADECIMIENTOS

2

A mis tutores, a mis padres, a Sandra y Antonio. Gracias.

RESUMEN

Los análisis fotográficos realizados en intervención de pintura mural suelen ser los mismos que para pintura de caballete o cualquier otro bien cultural, solo que la técnica para pintura mural, por su morfología, tiene una serie de inconvenientes o variaciones a la hora de realizar diferentes análisis fotográficos.

La fotografía de fluorescencia ultravioleta, ofrece multitud de ventajas e inconvenientes aplicadas a este tipo de pintura, y por ello, en este trabajo se abarcará la utilidad de la técnica aplicada a bienes culturales, más focalizada a pintura mural, donde se analizarán los resultados obtenidos y se realizará una valoración la técnica en sí.

Además de esto, se realizará una revisión sobre la técnica en general, la radiación electromagnética, sus usos, funciones, fuentes de radiación y su forma de captura. También se realizará una revisión sobre los inconvenientes que ofrece al aplicarse en pintura mural.

Al mismo tiempo, se mostrarán los resultados de un sondeo realizado entre diferentes profesionales del ámbito de la conservación y restauración sobre la utilidad de las técnicas no invasivas aplicadas en nuestro ámbito y en concreto en la fluorescencia ultravioleta, que es la que estamos tratando aquí.

Por último, se concluirá con la propuesta de un prototipo, especialmente indicado para pintura mural y con el cual se podrá mejorar la captura de la toma fotográfica *in situ*. Éste dará solución a uno de los problemas existentes en fotografía de fluorescencia ultravioleta, como son las luces parásitas que restan eficacia a los resultados.

Palabras clave: Fluorescencia ultravioleta, pintura mural, captura fotográfica, fotografía digital, prototipo.

RESUM

Els anàlisis fotogràfics realitzats en intervenció de pintura mural solen ser els mateixos que per a pintura de cavallet o qualsevol altre bé cultural, sols que la tècnica de pintura mural, per la seua morfologia, té una sèrie d'inconvenients o variacions a l'hora de realitzar diferents anàlisis fotogràfics.

La fotografia de fluorescència ultraviolada, ofereix multitud d'avantatges i inconvenients aplicats a la pintura mural. Per això, aquest treball comprendrà la utilització de la tècnica aplicada a bens culturals, però sobretot en exemples de pintura mural, on analitzarem els resultats que obtindrem i valorarem la tècnica en sí.

A més a més, es realitzarà una revisió sobre la tècnica en general, la radiació electromagnètica, els seus usos i funcions, fonts de radiació i la forma de capturar-se i es realitzarà una revisió sobre els inconvenients que ofereix al aplicar-se en pintura mural.

Al mateix temps, es mostraran els resultats d'un sondeig realitzat entre diferents professionals de l'àmbit de la conservació i restauració sobre la utilització de les tècniques no invasives aplicades en el nostre àmbit i sobretot en la fluorescència ultraviolada, que és la que estem tractant en aquest treball.

4

Per últim, es conclourà amb una proposta d'un prototip amb el qual donarem solució a un dels problemes existents sobre la fotografia ultraviolada o fotografia de fluorescència ultraviolada. Les llums paràsites. Amb això, entrarem a proposar la realització d'un prototip, el qual està especialment indicat per a pintura mural i amb el qual podrem millorar la realització de la presa fotogràfica in situ, salvant així un dels factors més importants per a la captura fotogràfica amb ultraviolada, la radiació visible.

Paraules clau: Fluorescència ultraviolada, pintura mural, captura fotogràfica, fotografia digital, prototip.

ABSTRACT

The photographic analyses realized in intervention of wall painting are usually being the same that for canvas painting or any other cultural heritage, but, the technology for wall painting, for his morphology, has something disadvantages or variations at the moment of realizing some photographic analyses.

The ultraviolet fluorescence photography's offers a lot of advantages and disadvantages applied to this type of painting, and in this work there will be included the utility of this technology applied to cultural heritage, but more focused in wall painting, where it analyzed the result obtains and a valuation will realize the technology.

Besides this, a review will be realized about the technique in general, the electromagnetic radiation, his uses, functions, sources of radiation and his way of capture. Also a review will be realized about the disadvantages that it offers on have been applied in wall painting.

At the same time, there will appear the results of a poll realized between different professionals of the area of conservation and restoration about the usefulness of the not invasive technique applied in our area and in the ultraviolet fluorescence.

5 Finally, it will conclude with the design of a prototype, specially indicated for wall painting and with which it will be improve the photographic capture *in situ*. This one, offer solution to one of the existing problems in ultraviolet fluorescence photography's, since they are the parasitic lights that reduce efficiency to the results.

Keywords: ultraviolet fluorescence, wall painting, photographic capture, digital photography, prototype.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo final de Máster en Conservación y Restauración de Bienes Culturales, impartido en la Universitat Politècnica de València, incluye las conclusiones obtenidas después de un largo proceso de búsqueda de información, conocimiento de la técnica e interés por las técnicas fotográficas en general.

Como ya sabemos, las técnicas fotográficas en el campo de la conservación y restauración son completamente necesarias e imprescindibles. Sobre todo, a la hora de la documentación de una intervención, la fotografía con luz visible nos ayuda a conocer la obra tal como vino al taller, y tener el último testimonio válido sobre la obra, anterior a nuestra intervención. Pero los métodos fotográficos no solo quedan en las posibles cualidades que nos ofrezca la fotografía con luz visible, existen otro tipo de técnicas con radiaciones no visibles, que ofrecen otras lecturas mucho más completas, específicas y con mucha más información que la que podamos obtener solo con la fotografía convencional. Éste es el caso de la fotografía con radiación ultravioleta.

La técnica de fluorescencia ultravioleta, pese a ser conocida y utilizada por todos los profesionales de la conservación y restauración, en muchas ocasiones, no se emplea de manera adecuada o se buscan resultados que no le corresponderían.

6

Normalmente ha sido una técnica muy usada en pintura de caballete, pero aquí abordamos la técnica aplicada pintura mural, esto presenta una serie de inconvenientes para poder obtener los mejores resultados que la radiación nos ofrece.

Como innovación para la técnica y para el entorno de la intervención y preservación de la pintura mural, plantaremos una solución con la cual podremos solucionar los ciertos inconvenientes que tiene la técnica al ser utilizada *in situ*.

En este trabajo, nos acercaremos a la técnica de fotografía de fluorescencia ultravioleta, mencionando otros empleos de esta radiación y buscando ejemplos de su empleo en diferentes intervenciones sobre pintura mural. Además conoceremos los inconvenientes de la realización de esta técnica realizando tomas fotográficas *in situ* y obteniendo así una serie de conclusiones que nos ayudarán a mejorar la técnica.

OBJETIVOS

Los objetivos que se pretenden conseguir con esta investigación son los siguientes:

- Contextualizar el uso de la técnica de registro de fluorescencia ultravioleta en la actualidad, en el ámbito de los bienes culturales y principalmente en el estudio e intervención en pintura mural.
- Optimizar la obtención de tomas fotográficas de imágenes analíticas con radiación ultravioleta en obra mural *in situ*.
- Definir las aportaciones de esta técnica de análisis en los procesos de intervención de pintura sobre soporte mural.
- Profundizar en el conocimiento de la técnica de obtención de imágenes fotográficas por fluorescencia ultravioleta en intervenciones sobre patrimonio en general.

METODOLOGÍA

7

Para llevar a cabo esta investigación y conseguir los objetivos marcados se ha planteado una metodología de trabajo que se divide en las siguientes fases:

- Revisión bibliográfica del uso de las técnicas de registro ultravioleta.
- Revisión y estudio de las fuentes emisoras de radiación ultravioleta de onda larga en la actualidad.
- Elaboración de una comparativa entre los materiales y procedimientos digitales y los materiales y procedimientos analógicos.
- Diseño de un prototipo para mejorar la realización de la toma fotográfica ultravioleta de fluorescencia en pintura mural.
- Comparación de resultados obtenidos en este estudio y en estudios anteriores en cuanto a calidad e información.
- Realización de un sondeo del uso real de la técnica del ultravioleta en intervenciones de patrimonio en general.

El registro fotográfico ultravioleta aplicado a la conservación y restauración

Antes de abordar el registro fotográfico ultravioleta, se realizará un recorrido básico por el descubrimiento de la radiación electromagnética y posteriormente entraremos a ver sus fuentes, filtros y la técnica en sí.

La restauración hace uso de la fotografía como método imprescindible para la documentación y asimila toda la evolución de la técnica fotográfica desde sus inicios hasta nuestros días.

Se explicará la técnica fotográfica ultravioleta, su nacimiento, desarrollo, fuentes emisoras, técnicas fotográficas utilizadas anteriormente y cómo resolvemos en la actualidad la toma de registros fotográficos con esta técnica no invasiva para las obras de arte, algo fundamental en la conservación y restauración del patrimonio.

La radiación ultravioleta

La radiación ultravioleta, así como la luz visible, son energías electromagnéticas. El espectro electromagnético contiene otros tipos de energía diferenciadas entre sí por su longitud de onda, entre otros factores. (figura 1) ¹

8

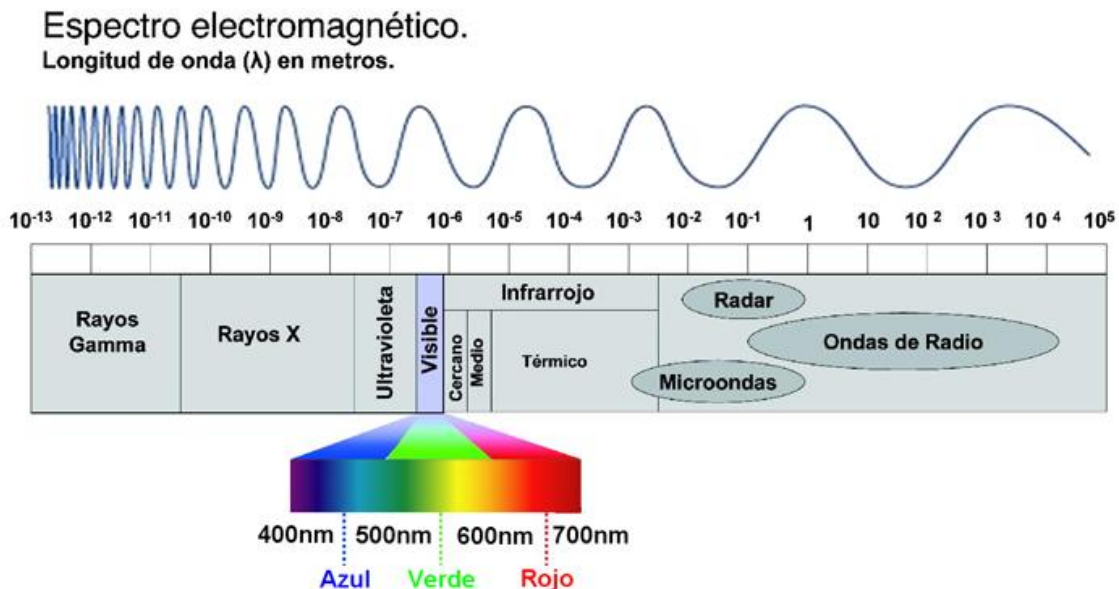


Figura 1. Espectro electromagnético.

¹ El Universo mas allá de lo visible [En Línea] Disponible en: http://www.astronomia2009.es/Zona_Articulos/La_nueva_mirada_de_Galileo/El_Universo_mas_alla_de_lo_visible.htm [Fecha de consulta: 11 de mayo de 2014]

En la imagen podemos observar que las ondas electromagnéticas cuando están más a la izquierda, contienen más energía y por lo tanto mayor poder ionizante para los materiales orgánicos, o como es nuestro caso, para la obra de arte.

El espectro electromagnético es **visible** por el ojo humano entre los **400nm** y los **700nm**. A partir de los 700nm encontramos la radiación infrarroja que también se subdivide en tres franjas y posteriormente todas las radiaciones electromagnéticas de una energía más baja, como son las ondas de radio, las microondas y el radar. Las longitudes de onda menores de 400nm corresponden al ultravioleta, el cual se divide en varios tipos. A continuación encuentran los rayos X, descubiertos por Sir Wilhelm Röntgen en 1895². Superando en poder ionizante a los rayos X encontramos la radiación Gamma. Más allá de estos, se encuentran los rayos cósmicos, que son las ondas a las que la tierra es sometida por encontrarse en el espacio. Estas ondas son muy peligrosas ya que tienen una gran energía y por lo tanto pueden dañar cualquier material orgánico.

En el ámbito de la conservación y restauración, determinadas ondas electromagnéticas nos permiten obtener información completamente nueva de la obra y que con un simple examen organoléptico no podemos visualizar. Las ondas electromagnéticas que frecuentemente son más usadas en nuestro campo son los rayos X, el espectro de luz visible, el espectro infrarrojo y los rayos ultravioletas.

9

Se denomina radiación ultravioleta a la radiación cuya **longitud de onda** está comprendida entre los **400nm y 1nm** y como es sabido, este rango de longitud de onda no es apreciable por el ojo humano por lo que se requieren aparatos que registren este rango para poder visualizar toda la información que nos ofrece.

A quien debemos este descubrimiento es a **Johann Wilhelm Ritter**, cuando en **1801** experimentaba con el oscurecimiento de las sales de plata sobre un papel, el cual era expuesto a la luz solar mediante un prisma, con el que dividía el espectro visible en todas sus longitudes de ondas y colocaba esta probeta en la zona donde se encontraba la radiación más cercana al azul, por ello una de sus denominaciones fueron rayos ultra-violetas. Cabe destacar que este descubrimiento fue realizado posteriormente al de los rayos infrarrojos por William Herschel de una forma muy parecida a como lo hizo Ritter años después. Cuando se descubrió la radiación ultravioleta, esta radiación fue denominada como rayos químicos, por la reacción química que ocurría en las sales de plata cuando eran expuestas a esta franja espectral. Hasta mucho tiempo después no empezaron a denominarse rayos ultravioleta como se conoce en la actualidad.³

² Tiempo antes, otros científicos habían investigado sobre este tema, entre ellos William Crookes, o Nikola Tesla.

³ HOCKBERGER, P. E. (2002). "A history of ultraviolet photobiology for humans, animals and microorganisms" p561-563

Como hemos señalado, la franja de longitud de onda del ultravioleta está comprendida entre los 400nm y 1nm y esta franja a su vez se subdivide en **tres tipos**.⁴

- La banda espectral que corresponde entre los **400nm y los 320nm** aproximadamente, se denomina **UV cercano**, de onda larga, o ultravioleta A. También la solemos denominar "**luz negra**". Esta banda espectral es una de las más interesantes para fines de investigación en la conservación y restauración ya que a estas longitudes los materiales empiezan a responder favorablemente y la onda electromagnética empieza a tener capacidades actínicas.

- La zona comprendida **entre los 320nm y los 200nm** se denomina **UV medio** o B. Este tipo de radiación no llega fácilmente a la cámara que registra la radiación debido a la óptica de las lentes. Solo con lentes de cuarzo podría ser posible esta transmisión de la radiación hasta el sensor de la cámara o en el caso de la fotografía analógica, hasta la emulsión fotosensible. Esta radiación es la que llega desde el sol hasta la tierra la cual está protegida de una manera efectiva hacia esta radiación por la capa de ozono. Además, ésta es usada como método germicida y desinfectante ya que en algunos lugares se usa para desinfectar agua u otros materiales. Puede producir en el hombre quemaduras, melanomas u otras afecciones fisiológicas.

- Las longitudes de onda **menores a unos 200nm** se pueden denominar **UV lejano** o de vacío. En especial el ultravioleta lejano que se utiliza entraría en el rango de los **200-183nm** y se denominan **UVC**. Conforme esta radiación se va acercando a las longitudes de onda de los rayos X existe un solapamiento entre la radiación ultravioleta y los rayos X débiles. Esta radiación es completamente absorbida por la atmósfera de la tierra. Cabe citar, aunque su uso en fotografía está completamente descartado por no existir una óptica que los transmita, que entre los 100 y 1nm podemos encontrar el **ultravioleta extremo**.

Métodos analíticos con ultravioleta en conservación y restauración

Dentro de los numerosos análisis que se pueden realizar en Conservación y Restauración, podemos encontrar tanto análisis invasivos como no invasivos, de los cuales radicaría su diferencia en que en unos tendremos que realizar una extracción de la muestra del material a analizar, y en los no invasivos, estaríamos haciendo el análisis directamente sobre la obra sin la necesidad de tocarla o realizar extracción de algún fragmento.

A partir de la radiación ultravioleta, se realizan diferentes análisis físico-químicos. Podemos destacar la espectrofotometría de absorción UV/VIS, la fotografía de fluorescencia ultravioleta y la captura de ultravioleta reflejado. Éstos vienen referenciados en algunos manuales de restauración⁵.

⁴ ARNOLD C.R. ROLLS, P. J. and STEWART, J. C. J. *Fotografía Aplicada*. eds., Barcelona: Omega, 1974. 297-329 p.
⁵ MATTEINI, Mauro. *Ciencia y Restauración : Método De Investigación*. . MOLES, Arcangelo ed., Sevilla; Hondarribia: Sevilla ; Hondarribia : Junta de Andalucía, Consejería de Cultura : Nerea, 2001. Cap 18

Espectrofotometría de absorción de radiación UV y visible.

Esta es una técnica espectroscópica, es decir, los resultados que nos ofrece están basados en un espectro de radiación y analiza la cantidad absorbida de radiación ultravioleta y visible por el material que estamos analizando. Más específicamente, es una espectroscopia de emisión de fotones, usando una radiación electromagnética de una longitud de onda entre el visible, el ultravioleta cercano y cierta parte de radiación infrarroja. Se analiza la absorción de las moléculas del material a analizar, produciendo transiciones electrónicas que pueden ser cuantificadas. Este análisis es de tipo invasivo, ya que para realizarse es necesaria la extracción de una muestra de la obra para ser analizada, se introduce dentro del espectrofotómetro y en su interior es expuesta a la radiación, dando como resultado una gráfica de espectro con los resultados de los materiales de la muestra. Se suele utilizar para realizar análisis cualitativos de sustancias como tintes de tejidos y lacas orgánicas, y además de esto como análisis cuantitativo de elementos metálicos.

Fotografía de ultravioleta directo o reflejado.

En este caso, estamos ante una técnica fotográfica con la cual el elemento a fotografiar, ya sea un objeto volumétrico o un objeto en dos dimensiones, es incidido con radiación UV y visible, obteniendo así con el equipo de captura adecuado, una imagen donde solo aparecerán las zonas donde el ultravioleta se ha reflejado en el objeto fotografiado. Con esta técnica intentamos capturar **solo la radiación ultravioleta**, y para ello se utilizan filtros de corte de radiación visible, que hagan que esta radiación, en este caso parásita, penetre por la cámara y exponga el sensor o la película fotográfica. Para absorber las radiaciones visibles parásitas se utilizan filtros como el Kodak Wratten 18 A de Vidrio. Este tipo de filtros suelen ser de cristal y abarcan desde los 320 a los 400nm. Los de vidrio de cuarzo amplían el rango hasta los 250nm, ya que este material es muy buen conductor de la radiación ultravioleta. Normalmente se utilizarán tiempos largos de exposición y situaciones de luz visible escasa.

La técnica de ultravioleta reflejado es menos utilizada que la de fluorescencia ultravioleta en el campo de la conservación restauración, ya que no aporta tanta información como lo hace ésta.

Fotografía de fluorescencia ultravioleta.

Cuando tenemos un material que es expuesto a la luz ultravioleta, este no solo refleja radiación ultravioleta, también nos devuelve una radiación interferencia, denominada fluorescencia.

La **fluorescencia** es un fenómeno particular de **luminiscencia**, el cual se caracteriza por que dichos materiales son capaces de absorber energía en forma de radiaciones electromagnéticas para posteriormente emitir parte de ésta en forma de radiación electromagnética pero con diferente longitud de onda. Esta energía que emite siempre será

menor a la energía que incide en el objeto. Cuando la fuente de iluminación deja de incidir en el objeto este fenómeno lumínico desaparece.

Existen otras formas de luminiscencia como la **fosforescencia**. La fosforescencia es el fenómeno por el cual, ciertas sustancias o materiales son capaces de absorber energía y almacenarla para posteriormente, poderla emitir en forma de radiación electromagnética. Estos materiales que se comportan de esta forma se les denominan foto-reactivos, y siempre dependerán de tener una exposición a la luz para poder emitir la radiación que ha almacenado. Es un principio muy parecido al de la fluorescencia y por ello muchas veces se tiende a confundir los términos, pero la diferencia radica en que las sustancias fosforescentes continúan emitiendo radiación durante un cierto tiempo una vez la fuente ha sido anulada, liberando esta energía más lentamente y de forma continuada.

En cuanto a la captura de fluorescencia por excitación con ultravioleta, no se recoge la radiación UV ni la visible reflejada, sino la radiación producida por la excitación del material del objeto y que produce la fluorescencia. Normalmente las ondas que son reflejadas por el objeto son de longitud de onda mayor que las incididas desde un principio, por tanto su energía es menor, ya que la energía con la que se incide en el objeto se disipa y solo una cierta parte es la que posteriormente se emite de vuelta. Este efecto luminiscente es visible al ojo humano y también lo podemos registrar fotográficamente y así poder ser utilizado posteriormente para la investigación de los materiales constituyentes de la obra expuesta. Todo material artístico desprende fluorescencia y su mayor aplicación se encuentra dentro del campo de las pinturas. Con esta técnica podemos diferenciar materiales, pero no identificarlos definitivamente, harán falta estudios químicos apropiados para completar esta información. Aunque no podamos cuantificar o cualificar los materiales que componen la obra, si podemos dar una aproximación al diagnóstico de la misma, sobre el número de veces intervenida, conjeturar sobre posibles materiales utilizados durante ésta intervención, si el último barniz que se aplicó fue aplicado de forma homogénea o incluso observar si se han realizado medias limpiezas en zonas clave de la obra.

Además de esto, normalmente se suele utilizar para documentar las restauraciones que ha sufrido una obra antes, durante y después; analizar procesos de limpieza, consolidación u otras intervenciones que se realicen tanto en el exterior de la obra como del exterior al interior y para saber si se está abordando correctamente la técnica que se está aplicando o se está dejando algún elemento exógeno a la naturaleza de la obra durante su tratamiento o aplicación sobre la misma.

Para poder captar este efecto luminiscente se necesita un filtrado óptimo de la luz para impedir la llegada de radiación externa no deseable y solamente recibir la fluorescencia. Lo idóneo para esto es el uso de un filtro que solo deje pasar la radiación visible reflejada por la obra durante su exposición a la luz. Se pueden utilizar los filtros Kodak W 2B, W 2A, W 12 y W15.

En equipo digital normalmente se usa un tipo de sensor de alta resolución, es decir, lo suficientemente potente para que podamos obtener la mejor calidad en la imagen posible, teniendo en cuenta que en este caso, la sensibilidad del sensor jugará un papel fundamental a la hora de realizar la toma fotográfica, ya que esta debe ser completamente a oscuras y evitando cualquier fuente de luz visible que pueda perjudicar a la captura de esta fluorescencia. El hecho del uso de la cámara con baja cantidad de luz, hace que los tiempos de exposición se prolonguen, aunque se seleccionen sensibilidades desde 100 ISO a 400 ISO en las cámaras.

También se puede emplear esta técnica para la diferenciación de materiales pictóricos o formales de una muestra en sus diferentes niveles estratigráficos utilizando la microfotografía con UV.

Será sobre esta técnica, la identificación de fluorescencia ultravioleta, sobre la que nos centraremos, por lo tanto, a partir de este punto, cuando hablemos de técnica ultravioleta nos referiremos a la técnica de ultravioleta por fluorescencia, en caso contrario se indicaría concretamente cuál es la técnica exacta que se está tratando. Otro de los motivos por lo que la investigación se centrará en esta técnica, es por la gran utilización en restauración al ser una método rápido y asequible de obtener la información.

13

Fuentes de radiación ultravioleta

En general podemos encontrar diversas fuentes de ultravioleta, entre las que podemos destacar la radiación solar, que tiene el espectro radiante desde los ultravioletas hasta los infrarrojos, las bombillas de Wood, los tubos fluorescentes, lámparas de vapor mercurio, de haluros de mercurio, lámparas portátiles y actualmente, los *leds*.

El sol es una fuente incandescente, y emite un 10% de radiación UV a la tierra, aunque no lo podemos considerar como fuente útil de ultravioleta, ya que cuando llega a la tierra esta energía se filtra por la atmósfera. Además de esto, la radiación que emite la luz solar no es exclusiva ultravioleta, emite también luz visible e infrarroja, que nos impiden capturar de forma efectiva y correcta el objeto que estemos exponiendo en cada caso.

También podemos encontrar fuentes incandescentes de ultravioleta como las **lámparas de tungsteno**, que aunque tienen una radiación ultravioleta bastante pobre se pueden usar para fotografiar áreas pequeñas. Uno de los inconvenientes que tiene este tipo de bombillas es su alto calentamiento, por lo que ya entraría en la ecuación la emisión de radiación infrarroja parasitaria que emite la misma fuente.

En 1930, se empiezan a utilizar las **lámparas de descarga de mercurio de alta presión** para generar radiación ultravioleta de alta calidad.⁶ Con estas lámparas se usan envolturas de vidrio de Wood⁷ lo cual facilita la toma fotográfica por la eliminación de cualquier emisión que no sea ultravioleta.

Las **lámparas de xenón** de alto voltaje también podrían entrar en esta clasificación de fuentes de ultravioleta, llegando a su emisión máxima entre los **400-450nm** como fuentes de ultravioleta cercano. Estas fuentes son lámparas de plasma con vapor de mercurio en alta presión, junto con un relleno de xenón el cual se utiliza para el encendido inicial de la lámpara. Dentro de la ampolla de cristal de cuarzo, se produce un arco eléctrico entre dos electrodos de tungsteno emitiendo así la luz al arder el xenón a alta presión junto con el mercurio y las sales metálicas. Estas lámparas con un recubrimiento de vidrio de Wood, además de la cubierta de cristal de cuarzo, podrían ser una buena opción como fuente de ultravioleta, aunque su defecto es la necesidad de un impulso de alta tensión para poder producir la reacción dentro de la ampolla.

Los **tubos fluorescentes** de radiación ultravioleta también son una fuente importante de esta radiación, llegando a registrar su emisión en los **360nm**. Estos tubos emiten ultravioleta de onda larga y media alcanzando también la longitud de onda del azul. Estos tubos fluorescentes de "luz negra", como también se denominan, tienen la particularidad de encontrarse recubiertos por éste vidrio específico, el cual ayuda a filtrar la radiación parásita que tienen estas fuentes. Este vidrio, anteriormente citado, fue inventado por Robert Williams Wood, es un vidrio especial hecho de silicato de bario-sodio, el cual contiene un 9% de óxido de níquel. Es opaco a simple vista y de un color azul-violeta muy característico.

Probablemente, el tubo fluorescente sea la mejor opción que tenemos dentro de las múltiples fuentes de radiación ultravioleta que encontramos en el mercado, ya que, aunque su potencial lumínico es limitado, parece ser una de las fuentes más eficientes, rápidas y económicas.

Se **desaconseja** el uso de reflectores para aumentar el campo de difusión de los UV, ya que esto conlleva una producción de radiación parásita mayor y por lo tanto aberraciones cromáticas a la hora de la realización de la toma fotográfica desestimando por completo este tipo de reflectores. También encontramos equipos de mayor tamaño, que emiten radiación ultravioleta, pero que suelen emplearse para procesos industriales y no para el campo de investigación que estamos llevando a cabo.

En la actualidad podemos encontrar en el mercado más fuentes de ultravioleta aparte de las que hemos mencionado anteriormente. Debemos tener en cuenta nuestras necesidades y

⁶ VALEA PÉREZ, Ángel, Jesús M^o Alonso Girón. *Radiación Infrarroja y Ultravioleta. Tecnología y aplicaciones.* p.239.

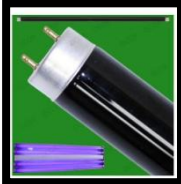

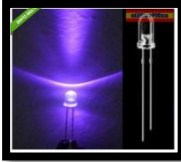
⁷ El cristal de Wood es un vidrio que contiene óxido de níquel y óxido de cobalto que bloquea toda la luz visible que supera los 400nm.

las especificaciones que cubre esta fuente, ya que nos darán ciertos beneficios o inconvenientes.

De los nuevos materiales disponibles en la actualidad, hemos seleccionado aquellos que, a priori, puedan ofrecer **mejores resultados**, teniendo en cuenta factores como *la franja de emisión, el tiempo de calentamiento, la potencia o la manejabilidad*, además del coste económico.

A continuación en esta tabla⁸ se indican todas las características fundamentales para la elección de una buena fuente de radiación ultravioleta como su voltaje, dimensiones, vida útil de la fuente, o la longitud de onda en la que irradia y otros datos que fueran interesantes citar.

15

	Dimensiones	Longitud de onda	Voltaje (W)	Vidrio de Wood	Horas de vida	Otros
Tubo UV fluorescente 	600mm, con zócalo G13	365nm	220-240W	Si	No se indica	Se indican múltiples usos de la luz UV en la página del vendedor
Bombilla UV 26W fluorescente 	165mm en total	No se indica	26W	Si	6000	No se dan muchos datos en su descripción
Leds UV 	5mm	395nm-400nm	3,2W	No se indica	100.000	Intensidad luminosa 3000mcd Angulo de incidencia 25/30°

⁸ Especificaciones técnicas ofrecidas por el fabricante.

16

<p>Cinta adhesiva leds</p> 	<p>600 leds en 5 metros de cinta.</p>	<p>No se indica</p>	<p>12W</p>	<p>No se indica</p>	<p>50.000</p>	<p>Angulo de incidencia 120°</p>
<p>Lámpara UV incandescente</p> 	<p>El zócalo para usarse es el E-27</p>	<p>No se indica</p>	<p>160W</p>	<p>No se indica</p>	<p>1.500</p>	<p>Tiene una muy alta salida de luz</p>
<p>Linterna leds UV</p> 	<p>41 leds, 14cm y 5 cm de diámetro</p>	<p>No se indica</p>	<p>No se indica</p>	<p>No se indica</p>	<p>No se indica</p>	<p>Tamaño compacto y manejable, uso de 4 pilas AAA</p>
<p>Linterna UV fluorescente</p> 	<p>135mm.</p>	<p>No se indica</p>	<p>4W</p>	<p>UV de luz negra</p>	<p>No se indica</p>	<p>Uso de 4 pilas AA</p>

Según los datos obtenidos de todas estas fuentes que se manejan en la actualidad podemos sacar varias conclusiones.

Las fuentes óptimas son aquellas que contienen **vidrio de Wood** como cobertura, cualquiera de las fuentes donde no se indique el uso de este vidrio quedan desestimadas.

Es importante tener en cuenta las dimensiones de la fuente, ya que cuanto más grande sea esta, la superficie que iluminará será mayor. Además, el factor tamaño también influye en la homogeneidad de la iluminación. Sin embargo, en trabajos *in situ*, como por ejemplo sobre un andamiaje o lugares donde el equipo no puede ocupar mucho espacio, es importante buscar fuentes que sean lo más ligera posible, portátiles y de gran manejabilidad, por lo que habrá que llegar a un punto intermedio.

Podrían ser muy ventajosas las nuevas opciones a base de **leds**, los cuales son prácticos, ocupan poco espacio, son de coste muy bajo y se pueden montar en estructuras personalizadas dependiendo de las necesidades del lugar para poderlos utilizar. Además de esto, otra de las ventajas que conlleva el uso de los *leds* es la baja temperatura que alcanzan y la carencia de tiempo de calentamiento previo para su pico de mejor rendimiento. Un inconveniente encontrado en estas fuentes es la **necesidad de utilizar numerosas unidades de leds** para hacer estas estructuras y para que tengan una iluminación general, constante y uniforme. Además de esto, no hemos encontrado en el mercado *leds* con recubrimiento de vidrio de Wood⁹, por lo que estos crean mucha radiación visible, parasitaria para nuestra toma fotográfica, y por lo tanto, aunque son una opción muy interesante, deben descartarse actualmente. Otra de las ventajas de los *leds* es el escaso calentamiento de estas fuentes.

17

La **lámpara incandescente** se desestima por el sobrecalentamiento que sufre este tipo de lámparas. Son fuentes de baja intensidad de ultravioleta y la proyección de la radiación se realiza de manera difusa, haciendo así que gran parte de la radiación se disperse y se pierda. Esta opción es la que menos deberíamos tener en cuenta por su bajo aprovechamiento de la radiación, su alto coste energético, por la cantidad de Vatios que necesita para su uso y por la peligrosidad de usar este tipo de bombillas en lugares angostos o sobre andamiaje, ya que puede ser una fuente de peligro importante.

En la actualidad, el **tubo fluorescente** podría ser la mejor opción para su uso en el campo de la conservación-restauración y sobre todo junto con el registro fotográfico. Es la fuente de UV que menos luz parásita produce por el tipo de vidrio que la recubre que deja pasar la mayor parte de luz ultravioleta producida, evitando mucha de la radiación visible, o casi toda. Se puede montar en zócalos de forma individual para un fácil transporte o en grupo de varios tubos para colocarse en lugares de manera fija y tener una fuente de gran potencia de luz ultravioleta. También pueden ser adaptables a pies de foco muy utilizados en fotografía.

Sobre las **fuentes portátiles de UV o “de bolsillo”**, cualquiera de las dos opciones son buenas para el uso en conservación y restauración, ya que el uso de estas linternas se limita a la revisión puntual de la superficie que se está interviniendo, por lo que las radiaciones parásitas no son un gran inconveniente a la hora de observar los resultados que nos da la luz ultravioleta a simple vista. Para su uso en fotografía no son muy recomendables, ya que son un

⁹ Habría que utilizar filtros externos.

foco pequeño y no tienen gran intensidad para iluminar lo suficiente una zona amplia. Si se quisiera usar para zonas pequeñas no darían problema aunque se necesitarían varias de estas fuentes portátiles para poder abarcar una zona mediana o grande y aun así no llegaríamos a tener la calidad de luz que podemos tener con todas las opciones que hemos visto anteriormente.

Podemos concluir que, para la actualidad, la mejor opción de fuente ultravioleta es el tubo fluorescente con el cual se conseguirá una luz muy uniforme ya que se puede encontrar de varios tamaños y tienen un coste monetario medio/bajo por lo que su compra es asimilable y fácilmente amortizable. El único parámetro que nos faltaría por tener en cuenta sería el parámetro de la durabilidad u horas de vida, que sería el de vida media de cualquier otro tubo fluorescente. No desestimamos el uso de *leds* con recubrimiento de vidrio de Wood aunque no se encuentran disponibles en el mercado y tendrían que ser de fabricación casera.

Filtros para Ultravioleta

18

El uso de filtros en fotografía está muy extendido y normalizado, y centrándonos en la fotografía de radiación UV son **estrictamente necesarios**, tanto para la captura de la radiación ultravioleta reflejada, como de otros tipos de métodos muy útiles en nuestro campo de trabajo como es la captura de fluorescencia ultravioleta en las superficies de los materiales. Dependiendo de qué tipo de fotografía se realice o dependiendo de qué radiación se quiere evitar o captar, se utilizará una serie de filtros u otros.

Se pueden encontrar diversos filtros para diferentes utilidades. Los filtros de corte de ultravioleta permiten fotografiar el espectro visible, haciendo que el espectro ultravioleta que se refleja, pueda llegar a nuestro objetivo. Es decir, nos deja pasar el ultravioleta marginando el visible. Al mismo tiempo, también existen filtros que ayudan a eliminar en gran parte la radiación visible y la fluorescencia y que dan facilidad para la transmisión del ultravioleta. Este tipo de filtros se denominan, filtros de transmisión de ultravioleta.

Estos son filtros hechos con lentes de cuarzo, los cuales ayudan en gran parte a transmitir el ultravioleta hasta el sensor de la cámara. Para este tipo de fotografía, en la que se necesita cortar la radiación visible, se suelen recomendar los filtros **Wratten 18A o 18B** en la zona del objetivo, con los que se obtienen resultados óptimos para capturar el **ultravioleta reflejado**. En algunos escritos encontrados, se comenta la utilización de un filtro frente a la fuente de ultravioleta para que este, absorba toda la radiación visible y azul y solo deje pasar la ultravioleta. Este filtro podría ser el Wratten 18A ó, como ya tenemos en algunas de las

fuentes encontradas, recubrimiento de vidrio de Wood.¹⁰ En algunos de los casos, estos filtros no son solo de vidrio, sino de gelatina, obteniendo mejores resultados.

Wratten número	Apariencia	Usos y características
2A	De color amarillo pálido	Absorbe la radiación ultravioleta. Bloqueo de filtro de paso largo en longitudes de onda por debajo de 405 nm
2B	De color amarillo pálido	Absorbe menos radiación ultravioleta que el filtro 2A. Bloqueo de filtro de paso largo en longitudes de onda por debajo de 395 nm
12	De color amarillo intenso	Se utiliza con películas Ektachrome o Aerochrome de infrarrojos para obtener resultados falso color. Se utiliza en oftalmología y optometría en conjunción con una lámpara de hendidura y una luz azul cobalto para mejorar el contraste en la evaluación de la salud de la córnea y el ajuste de las lentes de contacto. Filtro de paso largo y bloqueo de longitudes de onda visibles por debajo de 500 nm
15	De color amarillo intenso	Oscurece el cielo en fotografía al aire libre en blanco y negro. Bloquea longitudes de onda visibles por debajo de 510 nm

¹⁰ EASTMAN KODAK COMPANY, Wratten Light Filters 15a. ed. Rochester N. Y. 1938 10-11 p.

Fotografía digital. Diferencias con el método analógico y en la aplicación de la obtención de la fluorescencia ultravioleta

Una vez se conocen todos los tipos de fuentes que se pueden utilizar para la emisión de la radiación ultravioleta, se debe tener muy en cuenta el método de captura de imagen. Por ello, es importante conocer la fotografía actual, qué caminos ha llevado y que caminos lleva en la actualidad. No profundizaremos en la historia de la fotografía ya que existen numerosos manuales y libros que recogen la historia de la fotografía como es la monografía de Marie-Loup Sougez, *Historia De La Fotografía*.

Desde el nacimiento de la fotografía analógica hasta la actual evolución que ha sufrido la técnica con la era digital se han ido realizando multitud de cambios y mejoras en la forma de capturar la imagen. Actualmente la fotografía digital se encuentra muy asumida en multitud de ámbitos y con ello poco a poco ha ido aportando mejoras en los resultados y grandes mejoras de la calidad en el registro, desde los primeros prototipos y modelos comercializados hasta los actuales. Aun así el método analógico desde su nacimiento hasta la aparición de la fotografía digital ha aportado muy buenos resultados y hasta hace relativamente poco estos no eran equiparables con los resultados en calidad de los aparatos digitales.

20

Dentro del ámbito que se está revisando debemos realizar una comparativa general sobre la técnica fotográfica analógica y digital en la actualidad.

Hoy en día, se descarta el uso del formato analógico por las desventajas que presenta el método. Aun así en la realización del registro fotográfico ultravioleta, siempre ha dado resultados bastante aceptables a la hora de la realización de la captura fotográfica.

Con el **método analógico** el trabajo posterior a la realización de la toma fotográfica es complejo y lento, además del anterior estudio previo de la toma a realizar, las mediciones, el control lumínico y el perfecto conocimiento del fotógrafo de las necesidades y condicionantes del lugar donde se van a realizar las tomas fotográficas.

Otro de los *hándicaps* que se tenían en cuenta, era el uso de carretes emulsionados y el posterior procesado de estos en un laboratorio específico, con el coste económico que esto conllevaba. Conociendo los tipos de carretes utilizados en analógico, existía gran variedad de tipo de carretes que daban diferentes resultados dependiendo de su sensibilidad. Desde una ISO alta, con alta sensibilidad y un grano grueso para ambientes con poca luz a ISO de baja sensibilidad llegando hasta a un 50 ISO con un grano mucho más fino y mayor resolución. La sensibilidad de estos soportes emulsionados condicionan en gran medida la forma de capturar la imagen y varían los tiempos de exposición dependiendo de las necesidades ambientales en el que se realice la toma fotográfica.

Otro de los condicionantes fundamentales de la fotografía de formato analógico es el uso de carretes limitados a cierta cantidad de fotografías. Si se enumeran los inconvenientes ya explicados con los problemas de emplazamiento de la obra y problemas de iluminación del lugar, se llega a la conclusión de que para poder realizar una buena toma y sacar el máximo rendimiento a la técnica de captura de fluorescencia en formato analógico se deben tener gran control en la técnica, alto poder adquisitivo y gran cantidad de conocimientos en fotografía en general.

Según las fuentes consultadas, la máxima respuesta de las antiguas emulsiones a la radiación UV se encuentra entre los 340 y los 400 nm. Según el libro de *Arnold, Rolls y Stewart*¹¹ los mejores carretes que recogen la radiación UV son los Ilford HP3 y N531 de 400 ISO y dan la suficiente sensibilidad para tomas de tiempos largos de exposición. Además, señala que el mayor problema que se tiene con este tipo de fotografía son los bajos contrastes que se consiguen, por ello se suele utilizar sensibilidades altas y con ello intentar aumentar el contraste de las imágenes. Este contraste también es influenciado por el tipo de revelado y positivado que se realice al carrete.

Una de las ventajas importantes de la técnica analógica es la gran calidad de imagen que se obtiene al finalizar el revelado y positivados de las imágenes. En carretes de 35mm podían llegar a tamaños como un formato Din A3 sin perder calidad la imagen y sin empezar a ver el grano de la emulsión. En cámaras de medio formato, estos tamaños ya podían ser más considerables y por lo tanto las calidades eran abrumadoras.

Sin embargo, a raíz del descubrimiento de la fotografía digital, todos estos adelantos que se llegaron a hacer en la fotografía analógica, quedaron estancados. Desde los primeros modelos que se sacaron al mercado, hasta los modelos que se utilizan en la actualidad, se ha experimentado una evolución asombrosa con respecto a los tamaños y pesos de los cuerpos y objetivos de la cámara y en uno de los parámetros más importantes de todos, la **calidad de imagen**. Desde el nacimiento de la fotografía digital, todos los pasos en adelante que se han dado para la mejora de la calidad en la toma fotográfica a nivel analógico se perdieron, ya que el nuevo formato no precisaba de emulsiones ni soportes físicos fotosensibles. Las imágenes se empezaron a realizar sobre el sensor de imagen, el cual capta la luz que compone la imagen y la convierte en una señal. Es un chip con una serie de fotodiodos sensibles a la luz, cada uno corresponde a un pixel, que al ser expuestos capturan la luz que reflejan los objetos fotografiados y que así componen la imagen. Al principio estos sensores eran muy pequeños y con muy baja calidad, ya que estos estaban compuestos de escasas “*fotoceldas*” sensibles a la luz.

Una vez se fue desarrollando este componente tan imprescindible en la captura de imagen digital, las calidades empezaron a aumentar, hasta llegar a límites que nunca se

¹¹ ARNOLD C.R. ROLLS, P. J. and STEWART, J. C. J. *Fotografía Aplicada*. eds., Barcelona: Omega, 1974. 297-329 p.

pesaron que se alcanzarían. Se han llegado a obtener imágenes con una calidad de 100 megapíxeles en prototipos muy novedosos, para uso en el ámbito industrial, el mapeo aéreo y monitoreo de desastres naturales.

Además de la actual equiparabilidad de la calidad entre la fotografía digital actual y la analógica, el nuevo método de captura de imagen ofrece varios beneficios muy claros con respecto al antiguo sistema analógico:

- **Similar proceso de toma fotográfica.** En el caso de la captura de fluorescencia ultravioleta, el método no cambia, estas cámaras se comportan muy parecidas a sus predecesoras, aunque sí es cierto que tienen algo más de facilidad para aceptar la radiación ultravioleta y por lo tanto la mejora de la captura es apreciable.

- **Resultados instantáneos sobre las imágenes obtenidas.** Aunque se necesite seguir haciendo mediciones y cálculos para saber correctamente cuanto tiempo de exposición necesitamos para realizar la toma o para que los parámetros sean debidamente aceptables, esto resulta mucho más fácil y práctico cuando puedes ver los resultados obtenidos en la primera toma directamente, y rectificar los parámetros correspondientes para mejorar en la siguiente toma que se realice.

22

- **Ilimitados números de tomas fotográficas.** El número de las tomas fotográficas que se realicen dependerán de la cantidad de espacio de almacenamiento que se tenga en la cámara o en la tarjeta de memoria, esto facilita mucho el trabajo, ya que el cambio de carretes y llevar la cuenta de cuantas fotos se han realizando es muy sencillo con este sistema.

- **El mismo fotógrafo es el que hace el procesado.** Es principalmente uno de los pros más interesantes de la técnica digital. Como en el procesado analógico, también se debe tener un conocimiento previo para poder procesar correctamente las imágenes, pero no será necesario que otros operarios trabajen con las imágenes, llegando así, el fotógrafo, a conseguir los resultados que desee y trabajando todo lo posible la imagen.

- **Reducción de costes por el procesado de la imagen.** Este anterior punto, conlleva la considerable mejora del ahorro económico y de tiempo a la hora del procesado e incluso compra de los carretes fotosensibles.

- **Mayores comodidades en el lugar de trabajo.** En el caso del sistema de trabajo de la fotografía ultravioleta, las técnicas de fotografía analítica son comparadas con imágenes obtenidas con luz visible, para poder reconocer los cambios con mayor exactitud y poder identificar las zonas donde la fluorescencia es más llamativa. Al tener un mismo aparato con el que hacer las dos tomas, la visible y la ultravioleta, mejora la comodidad y rapidez durante la realización de las dos tomas. Así se conseguirá el mismo encuadre exacto para hacer la comparación de mejor forma.

Dentro del ámbito de la restauración, la técnica de la fotografía digital ha ido ganando muchísimo terreno a la técnica analógica y actualmente es impracticable una intervención de patrimonio sin el uso de la técnica de registro digital, tanto para documentación de procesos o para el análisis de fluorescencias en las obras.

En este ámbito, ha aportado un gran avance, ya que una de los mayores problemas de esta técnica es el uso de largos tiempos de exposición y la multitud de resultados fallidos que se pueden llegar a obtener. Normalmente, en la técnica de la captura de fluorescencia de ultravioleta en particular, la única diferencia entre el método analógico y digital radica en el cambio de soporte, ya que se necesita el uso de los mismos filtros tanto para el analógico como para el digital, dando facilidad al fotógrafo para dar el paso hacia el soporte digital pudiendo reciclar los materiales que ha usado siempre.

Los requisitos básicos que se piden a la fotografía digital para la captura de fluorescencia es la realización de tiempos largos de exposición, tomas con poco ruido y que en condiciones de baja luminosidad den como resultados imágenes de alta calidad. Al utilizar un filtro de corte de ultravioleta, lo que llegará al sensor será una señal de luz visible de baja intensidad por lo que a mayor sensibilidad del sensor, mejor será la captura de este fenómeno luminiscente.

Se ha hecho la selección de varias cámaras que se adaptan al registro del ultravioleta, facilitando así la toma de imágenes de fluorescencia.

23

Una de las cámaras que seleccionadas es la **Fujifilm FinePix S3 Pro UVIR**¹², la cual es muy usada por instituciones como el Museo Thyssen o el Prado. Es una adaptación de la anterior FinePix S3 Pro pero con ligeras modificaciones en comparación con ese modelo. Los filtros anti UV e IR de la cámara han sido sustituidos por un cristal más específico que favorece estas longitudes de onda, pero aún conserva las características del anterior modelo con ligeras facilidades para la fotografía infrarroja. En este caso, la cámara tiene 12



Figura 2. Imagen de la cámara Fujifilm FinePix S3 Pro UVIR.

¹² Fujifilm crea una FinePix S3 Pro para fotografía infrarroja y ultravioleta | Quesabesde. [En línea] Disponible en: <http://www.quesabesde.com/noticias/fujifilm-finepix-s3-pro-uvir_2637> [Fecha de consulta: 27 de mayo de 2014]

megapíxeles y un sensor SuperCCD SR¹³ Todas las especificaciones de esta cámara se encuentran en el anexo 1.

Otra de las opciones de cámara encontradas en el mercado es un modelo que ha salido recientemente a mercado. La **Sony A7R**¹⁴. Esta cámara no está dirigida especialmente a la realización de fotografía ultravioleta, es una muy buena opción a tener en cuenta en cuanto a cámaras que captan más espectros electromagnéticos.

Esta cámara no trabaja con el sistema de espejos de las cámaras réflex y es equiparable a las cámaras DSLR¹⁵ con sensor *Full Frame*. Tiene un sensor de **36,4 megapíxeles** y carece de filtro óptico de paso bajo, el cual filtra la mayor parte de radiación infrarroja. Además la eliminación del OLF (filtro óptico de paso bajo) favorece a la **mejora de la resolución en las imágenes**.



Figura 3. Cámara Alpha 7R de Sony

24

El sensor que nos ofrece Sony en este caso es el Sensor **CMOS Exmor de fotograma completo**. Este sensor ofrece mayor cantidad de microinformación, muchísima más nitidez y mayor nivel de detalle.

Con este dispositivo podríamos tener una cámara multiespectral con una resolución completamente fuera de serie, esto ayudaría a recoger la imagen desde el espectro ultravioleta, pasando por el espectro visible hasta el infrarrojo por su carencia de filtro de paso bajo. Todos los parámetros de la cámara ofrecidos por Sony se encuentran reflejados en una tabla en el anexo 1.

También existen otras cámaras las cuales son propicias para fotografía ultravioleta, como la **Leica M8** con 10.3 megapíxeles y sin el filtro de paso bajo para poder captar estas ondas electromagnéticas con mayor facilidad, aunque no nos indica nada sobre el filtro que manejan, y posiblemente sea un filtro **Bayer**¹⁶.

¹³ El desarrollador de este sensor fue Fujifilm® en 1999 y se caracteriza por el uso de píxeles octogonales y no rectangulares, para poder aprovechar mucho mejor la superficie fotosensible, dando así una mayor área de recolección de luz. SR significa "Super dynamic Range", y se caracteriza por tener dos fotodiodos por cada elemento fotosensible, dando así una mayor gana de luminancia en todo el espectro del blanco al negro.

¹⁴ Sony A7 y A7R, análisis. [En línea] Disponible en: <http://www.xatakafoto.com/analisis-y-pruebas/sony-a7-y-a7r-analisis> [Fecha de consulta 14 de mayo de 2014]

¹⁵ DSLR significa, "Digital Single-Lens reflex". Es la forma de trabajo que tienen las cámaras réflex con el juego de lentes.

¹⁶ El filtro Bayer es una máscara de filtrado de color que utilizan la mayor parte de los sensores actuales. Esta ayuda a recoger la información en los sensores RGB. Se usa alternativamente para filtrar el Verde y Rojo y el Azul y Verde, por ello, cada 4 píxeles 2 reciben el color verde, un pixel recibe el rojo y otro el azul. Esto es así ya que según la

También podemos encontrar en el mercado la cámara **Sigma Reflex SD14**¹⁷, la cual también carece de filtro de paso bajo, solo que en este caso, la pieza del filtro es removible por el usuario sin necesidad de ser eliminada de otra forma más costosa. Además, ofrece un sensor **Foveon X3**®, eliminando así el filtro Bayer para el sensor y mejorando, en nuestro caso, la captura de radiación ultravioleta que dificultaba el filtro Bayer de otros sensores, el cual, según su sistema, perdía calidad de imagen por la extrapolación que producía creando así más ruido. El sistema Foveon X3® está formado por tres capas de colores verticales y superpuestos, al igual que las emulsiones fotográficas anteriores. Este tipo de filtro ayuda a capturar todos los colores directamente sin tener que inventar ninguno con algoritmos complejos. También, ayuda a la captura de la radiación ultravioleta, ya que la información que captura es mucho más completa.

Como reflexión podríamos hablar que desde el inicio de la fotografía ha habido un gran avance hasta llegar al nivel de calidad del registro fotográfico analógico y con el nacimiento de la fotografía digital, esta ha ido desbancando poco a poco a su predecesora. Grandes ventajas amparan al sistema digital y actualmente es un mercado en auge y en continuo crecimiento.

En el ámbito de la conservación existen también grandes posibilidades ya que parece que el mercado digital comienza a observar la gran demanda de cámaras específicas que necesita el mercado de la conservación y por ello empieza a focalizar alguno de sus productos a este mercado más específico. Aun así, cabe destacar, que **para el registro ultravioleta como es nuestro caso, con una cámara convencional adaptada con los filtros correspondientes, se pueden conseguir capturas muy competentes**, aunque esto no quita que la técnica en sí no sea de difícil aplicación.

Con respecto a las cámaras, podríamos hablar de un avance en comodidad y practicidad a la hora de la toma fotográfica, tanto en la captura de fotografía visible como en el registro ultravioleta, aunque claro está no suplen muchos de los inconvenientes o hándicaps que tienen las técnicas, en concreto la nuestra. Con todo ello, se ha visto que el mercado nos ofrece mejoras considerables en la calidad de la imagen y posiblemente las próximas mejoras se encaminen hacia la rapidez de la toma y a la comodidad de la realización del registro.

Aunque se haga uso de equipos digitales seguirá siendo necesario el uso de filtros externos a la cámara para poder optimizar las tomas y, obviamente, las necesidades específicas para la realización de la toma fotográfica de fluorescencia ultravioleta no solo se deben enfocar a la mejora del aparato de registro, sino a la paliación de los problemas generales que tiene esta técnica.

sensibilidad del ojo humano, el verde es el que mayor cantidad de información extrae. Posterior a este filtrado, la interpolación de este filtro genera los valores para cada pixel RGB en el que falte información.

¹⁷ SIGMA SD14 CÁMARA REFLEX DIGITAL [En línea] Catálogo de producto. Disponible en: <http://www.sigma-sd.com/SD14/catalog/SD14_Catalog_Product_SP.pdf> [Fecha de consulta 15 de Junio de 2014]

Necesidades de entorno para la toma fotográfica de fluorescencias ultravioleta

En ocasiones, el hecho de necesitar oscuridad absoluta para el registro de las fluorescencias ultravioleta, nos obliga a tener que aislar el espacio de trabajo. El lugar donde se realice la toma fotográfica deberá adaptarse a esta necesidad y a la naturaleza del objeto que se pretende documentar.

La necesidad básica de la técnica de captura de fluorescencias ultravioleta radica en la adecuada toma de información, por lo tanto, cualquier emisión ajena que sea recogida por el dispositivo fotográfico interfiere en la obtención de información, su calidad y su posterior legibilidad una vez esta imagen es procesada digitalmente. Por este motivo, todos los esfuerzos para optimizar la calidad del registro estarán dirigidos hacia la **eliminación de todas estas emisiones parásitas**, aunque también se tendrá en cuenta el equipo que se maneje y las fuentes que se utilicen, esto depende más del nivel adquisitivo y del buen equipo que se tenga para poder mejorar la toma de fluorescencia en este aspecto.

Como se ha señalado anteriormente, es imprescindible el uso de un **sistema adecuado de filtraje entre el sensor de la cámara o la película sensible y el objeto**, evitando con esto una serie de defectos o aberraciones producidas por las otras radiaciones que emite la fuente de ultravioleta, las que parasitan en el ambiente y las que rebotan en el objeto a fotografiar.

Además del sistema de filtraje entre el objeto y el sensor de la cámara fotográfica, es muy importante el **control del ambiente donde se realiza la toma**, ya que, siguiendo en el mismo punto que estamos tratando, **la necesidad de la supresión de iluminaciones parásitas es fundamental**. En los casos más habituales de registro de fluorescencias, suelen hacerse este tipo de capturas en lugares controlados o transportando las piezas a fotografiar a un estudio fotográfico, en el que las condiciones ambientales para la realización de la toma están completamente controladas.

El problema surge cuando la pieza a registrar no puede ser trasladada del lugar donde se encuentra y por lo tanto es necesario adaptar el entorno para propiciar la toma fotográfica más idónea. Es el control de la luz ambiental lo que en el 100% de los casos hará más exitoso el registro fotográfico y el posterior procesado de la imagen y ayudará a obtener la mejor información posible. Este, es uno de los problemas más claros que se encuentran cuando se realiza el registro con esta técnica en una pintura mural. Si registramos una pintura mural, tendremos una obra pictórica en un soporte bidimensional, anclado a la pared la mayor parte de las veces y en muy pocas ocasiones exento del muro. Incluso a veces, en bóvedas a varios metros de altura y por tanto teniendo que adaptarnos al entorno original de la obra para poder obtener los mejores resultados posibles.

En este caso, se debería estudiar la localización de la pintura a registrar, la colocación de las fuentes de ultravioleta, de la cámara fotográfica y las posibles fuentes de iluminación que pueden ofrecer dificultades para el registro, para así poder paliar en la medida de lo posible estos problemas. La necesidad de la realización de la toma fotográfica en completa oscuridad es fundamental e intrínseca en la técnica de captura de fluorescencias por lo que no se puede evitar este parámetro, sino tenerlo muy en cuenta como hemos dicho anteriormente.

La mayor parte de ejemplos que se encuentran con buenos resultados en esta técnica son en pintura de caballete, los cuales pueden ser llevados a un estudio fotográfico y poder controlar la luz ambiental. Pero es más complicado cuando esos elementos no pueden ser sacados de los emplazamientos en los que se encuentran y tiene que ser el fotógrafo el que adapte en la medida de lo posible las situaciones externas de la obra.

Este tipo de problemas se tienen con frecuencia en obras de gran tamaño, pintura mural, elementos arquitectónicos de difícil acceso, esculturas de grandes dimensiones, etcétera. En el siguiente capítulo, mostraremos una serie de ejemplos relevantes sobre la técnica ultravioleta, sus usos en conservación y restauración y las diferentes aplicaciones que se han realizado.

27

Uso de la técnica de fluorescencia ultravioleta en el ámbito de la conservación y restauración

La aplicación de esta técnica en los bienes culturales está muy difundida por el tipo de información que podemos obtener sobre la pieza.

El hecho de precisar unos condicionantes de entorno para poder propiciar la captura hace que, esta técnica se emplee sobretodo en pintura de caballete o pintura sobre tabla, además de documentos históricos y escultura aunque no tanto en pintura mural, donde es complicado obtener resultados de calidad.

Es una técnica que puede aportar información antes, durante y después de la intervención. Puede servir como análisis previo de la obra, para identificar elementos ajenos o extraños a la pieza, diagnosticar el nivel de degradación de los materiales, e incluso datar estos dependiendo del tipo de fluorescencia que nos muestren. También, puede ayudarnos a hacer un seguimiento pormenorizado durante la limpieza de la superficie pictórica y poder analizar hasta donde se está realizando la misma, y una vez finalizado todos los procesos, aparte de su uso como documentación final de la obra, también puede ayudar a poder realizar un análisis a un nivel inapreciable para el ojo humano de hasta donde ha podido llegar la intervención del restaurador.

Aplicación de la técnica en pintura de caballete

Desde que Sir William Herschel descubriera los rayos ultravioleta hasta la actualidad, se han realizado numerosos análisis a diversas obras, ya que desde pequeños talleres hasta grandes instituciones, utilizan esta técnica por ser económica y asequible. En el boletín técnico que publica la National Gallery de Londres, se pueden encontrar numerosos ejemplos del uso de esta técnica, entre los cuales se ha querido destacar el ejemplo de la intervención realizada a **La Virgen de la Roca, obra de Leonardo Da Vinci**¹⁸ en la cual el uso de la técnica de fluorescencia de ultravioleta se ha utilizado para hacer un seguimiento.

En la figura 9, se aprecia la diferencia de fluorescencia de cada parte de la superficie pictórica, en la parte más oscura, se ve que se está realizando la eliminación del barniz de una forma bastante homogénea sin eliminarse completamente, ya que el velo se mantiene, y en la zona inferior que es donde aún no se ha intervenido, se aprecia un velo más espeso y tupido de la capa de suciedad y oxidación de la protección. En este trabajo en concreto, también se han realizado fotografías de fluorescencia ultravioleta a secciones de micro muestras, para analizar el tipo de emisión de cada estrato de los cuales se compone la obra.

En el Museo Thyssen Bornemisza también se utiliza profusamente esta técnica de análisis no invasivo. Uno de los ejemplos que se muestra es el proyecto de intervención, del cuadro **La Escalera** de **Fernand Léger**¹⁹ (ver figura 10).

En un principio este proyecto no era viable ya que la cantidad de sucesivos repintes que contenía la obra podían hacer errar en las interpretaciones del diagnóstico ya que algunos podían ser del propio artista.



Figura 4. Imagen de la obra de la virgen de la roca durante su limpieza.

¹⁸ NATIONAL GALLERY COMPANY LONDON. *National Gallery Technical Bulletin. Leonardo da Vinci: Pupil, Painter and Master*. Ed. Yale University Press. Vol. 32. 39 p. fig 11.

¹⁹ SEDANO ESPÍN, Ubaldo, SÁNCHEZ LEDESMA, Andrés, PÉREZ PÉREZ, Susana, FERNÁNDEZ ARCOS, Amdrea, DESPLECHIN, Hélène, MARTOS FIGUEROA, Alejandra, SOLER MIRET, Juan Alberto. *Apoyo analítico al estudio y proyecto de restauración de una obra de fernand léger de la colección thyssen bornemisza*. 15p [En línea] Disponible en: <http://www.museothyssen.org/pdf/restauracion/proyectos_de_investigacion/Apoyo_analitico_Leger_ES.pdf> [Fecha de consulta 11 de Junio de 2014]

Se realizaron distintos estudios analíticos para conocer la procedencia y composición de



Figura 5. La escalera. Fernand Léger, 1914. Pintura sobre lienzo.

los repintes encontrados y poder cuantificarlos en la medida de lo posible, además de estudiar la técnica del artista. Según el autor de los mismos, sus cuadros estaban completamente meditados y pensados, ya que “no sabía improvisar”, sus trabajos preparatorios eran muy largos además de que el

uso de colores puros en tonos generales, sin usar combinaciones de colores complementarias era algo muy característico. En concreto, la obra de *La escalera* es una pieza de época futurista, uno de los movimientos más conocidos de la Vanguardia. Este cuadro en concreto tiene unas inscripciones en el reverso tapadas por un antiguo reentelado.

29

Después de los análisis tanto organolépticos como fisicoquímicos, se llegó a la conclusión de que las declaraciones dadas por el autor no correspondían en nada con la obra que se encontraban investigando.

En concreto, la luz ultravioleta en esta obra, ha servido para detectar fielmente las zonas repintadas por las diferentes fluorescencias de los materiales, delatando la edad de los materiales más recientes que la pintura original como se aprecia en la figura 11²⁰

Con toda la analítica realizada a la obra, se llegó a la conclusión de que los apuntes de premeditación y trabajo previo del autor no eran tales al 100%, se identificó una nueva capa de repinte bastante generalizada por toda la obra relacionada con la mano del autor y un barniz sintético aplicado de forma muy desigual.

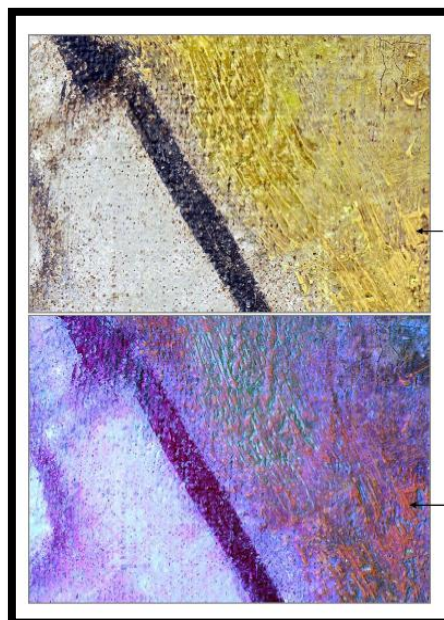


Figura 6. Detalle de la obra “la escalera” en la que se aprecia la fluorescencia de color anaranjado de un material superpuesto.

²⁰ Ibidem. 15p

Otra de las instituciones que entra a utilizar el análisis de fluorescencia de ultravioleta es el IVACOR de Valencia (IVC+R), En este caso, uno de los proyectos que se han llevado a cabo ha sido la intervención de una de las obras pictóricas del Real Colegio Seminario de Corpus Christi de Valencia²¹. Entre su colección de pintura se han intervenido una serie de obras en las cuales vamos



destacamos la obra del **Padre Eterno**. Según el IVC+R, esta obra debió formar parte del ático

Figura 7. Imagen donde se compara el estado inicial con la imagen de fluorescencia y el cambio de tonalidad de la fluorescencia en la túnica oscura.

de un pequeño retablo por su temática y dimensiones. Fue atribuido a diversos pintores, pero posteriormente a su restauración se ha podido constatar por la preparación rojiza que presenta, que podría ser una copia de una obra de Juan de Juanes. Dicha obra se encontraba en un buen estado de conservación ya que había sido intervenida en otras restauraciones. Todos sus elementos eran los originales de la obra y aparte de tener buena tensión de la tela original, la obra solo tenía depósitos de polvo, suciedad ambiental y suciedad biológica.

30

Esta pintura sobre lienzo data del siglo XVI y en la intervención se ha realizado una limpieza de la superficie para eliminar la capa de barniz no original. Según las pruebas realizadas, el barniz aplicado era bastante reciente. Como se muestra en la figura 12²² la diferencia de tonalidades que se aprecia en la fotografía de ultravioleta en comparación con la de luz visible es completamente diferente, dejando ver que la zona del ropaje verdoso azulado su fluorescencia no es regular, teniendo una tonalidad mucho más oscura y densa en la parte más cercana a la zona del rostro. Esto nos evidencia un posible repinte o zona donde hay un material exógeno a la obra, añadido posteriormente en otras restauraciones. Gracias a la fluorescencia se ha podido verificar este cambio de material y por consiguiente poder removerlo de una forma más efectiva y precisa.

²¹ INSTITUT VALÈNCIÀ DE CONSERVACIÓ I RESTAURACIÓ DE BÉNS CULTURALS, REAL COLEGIO SEMINARIO DE CORPUS CHRISTI, GENERALITAT VALENCIANA. C+R pintura de caballete. Obras pictóricas Real Colegio Seminario de Corpus Christi Valencia. [En línea] Disponible en: http://www.ivcr.es/media/descargas/restauracion_ivcr_obras_pictoricas_patriarca_valencia_w.pdf [Fecha de consulta 11 de Junio de 2014]

²² Ibidem.



Figura 8. Imagen donde encontramos una imagen ultravioleta donde se aprecia la fluorescencia del barniz envejecido en un color blanquecino y en la zona izquierda la imagen de la misma zona con una serie de catas de limpieza. Se puede comparar la diferencia de visión entre las dos imágenes y la información que aporta cada una.

Otra de las obras pertenecientes a este conjunto pictórico es la de **Josué deteniendo el sol**. Según la información publicada²³, esta obra presentaba una anterior restauración. Presentaba un entelado la tela original con ciertas faltas de adhesión y abultamientos. Esta se presentaba bastante repintada, con grandes acumulaciones de barnices oxidados y suciedad ambiental. En esta obra, el uso de la luz ultravioleta junto con el de luz visible fue fundamental. Si nos fijamos en la figura 13²⁴ se aprecia una fluorescencia generalizada bastante evidente que podría deberse al barniz envejecido que se encuentra por toda la obra. Ofreciendo un aspecto de neblina blanquecina. Las zonas con manchas más oscurecidas de un tono negro azulado son posibles retoques de otro material más reciente que el barniz de la obra.

31

Aplicación de la técnica de fluorescencia ultravioleta en pintura mural

La pintura mural es un tipo de pintura bidimensional, condicionada por los paramentos arquitectónicos o muros, que actúan de soporte. Esto quiere decir, que cualquier tipo de pintura, sea de la técnica que sea, se denominará mural solo por tener el soporte de muro.

²³ Ibidem.

²⁴ Ibidem.

Adentrándonos más en la técnica de fluorescencia UV aplicada a la pintura mural, cabe destacar, que por la dificultad del proceso de realización de la toma fotográfica, aunque es muy usado, puede que no se den resultados tan espectaculares como en otros soportes por los materiales y técnicas empleadas y porque normalmente, su entorno se puede controlar, ya que los registros con esta técnica se realizan en estudios fotográficos.

Aunque no se han encontrado tantos ejemplos gráficos para ilustrar el uso del ultravioleta en pintura mural, son varios los artículos y publicaciones encontradas en las que esta técnica se utiliza tanto en proyectos de gran envergadura como en intervenciones en murales de cierta relevancia histórica y artística.

Una de las referencias del empleo de la técnica de fluorescencia UV en pintura mural es el proyecto de intervención del **Palacio de San Telmo**²⁵, en Sevilla y en concreto los estudios en la Capilla del palacio, la cual se encuentra en la sede institucional de la Presidencia de la Junta de Andalucía. Esta capilla ha pasado por varios propietarios y todos han intervenido o añadido obras a esta capilla.

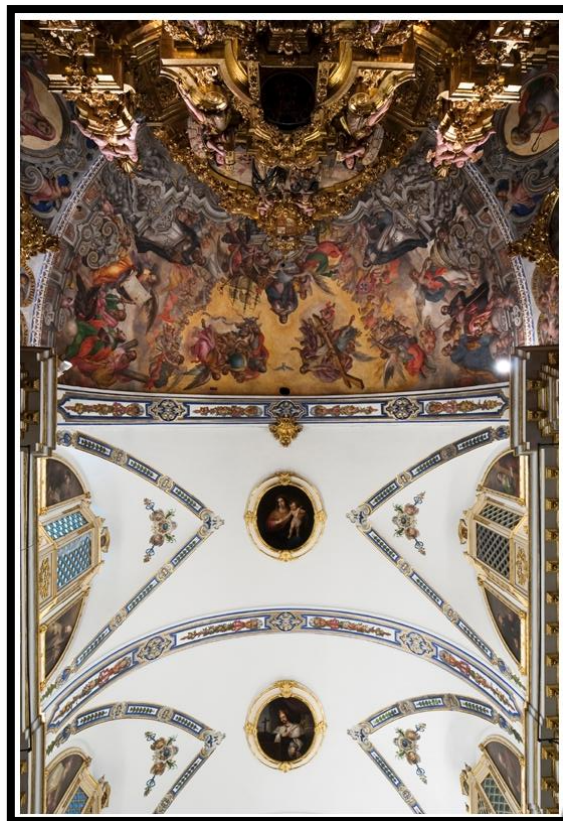


Figura 9. Capilla del Palacio de San Telmo, Sevilla.

Esta intervención está muy marcada por la gran variedad de obras que abarca y el criterio de intervención está focalizado a la tipología de cada elemento y siempre respetándose sus características esenciales y con ello el criterio elegido. Para acometer la intervención de este conjunto histórico-artístico se ha contado con un equipo multidisciplinar. En este conjunto se encuentran obras datadas del **siglo XVII al XIX**. En concreto las pinturas murales de este conjunto patrimonial son de los **siglos XVIII y XIX**. En el informe de intervención y metodología empleada para el conjunto Patrimonial del Palacio de San Telmo se puntualiza que en las pinturas murales se ha utilizado la fotografía de fluorescencia ultravioleta para hacer los análisis previos de las superficies (aunque no se han encontrado imágenes de estos procesos).

²⁵ IAPH. Proyectos destacados. [En línea] Disponible en: <<http://www.iaph.es/web/canales/conservacion-y-restauracion/proyectos-destacados/san-telmo.html>> [Fecha de consulta 9 de Mayo de 2014]

Otro caso destacable, es la intervención del **Camarín de la Virgen en la Basílica de la Virgen de los Desamparados de Valencia**²⁶. El proyecto arquitectónico es de Vicente Gascó y se ejecutó dirigido por Vicente Marzo. Tiene planta de cruz griega, con una cúpula de media naranja con tambor y pechinas, se sustenta con pilastras y columnas de mármol y con capitel corintio dorado.

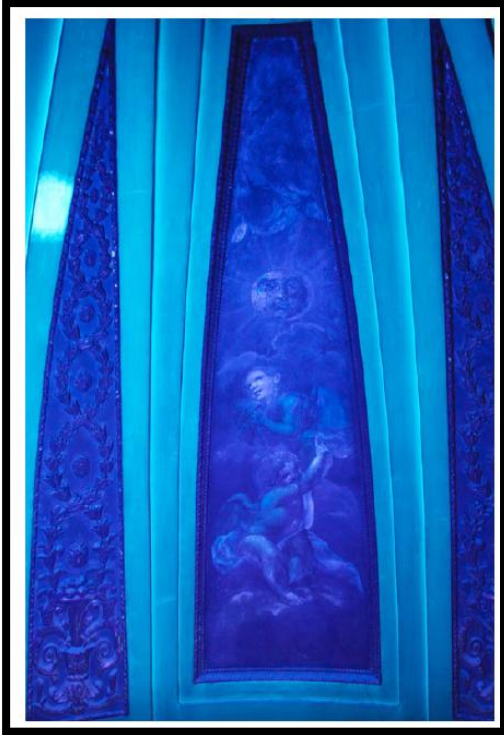


Figura 10. Detalle de la plementería, imagen de fluorescencia de ultravioleta.

Las pechinas de la cúpula están decoradas con pinturas murales y la plementería de la cúpula de media naranja también está pintada, representando alegorías con ángeles *putti*.

Estas pinturas presentaban un aspecto muy oscurecido y una capa de suciedad gruesa por el uso de las velas. También presentaba múltiples agrietamientos y toda la suciedad ocultaba eflorescencias salinas, las cuales impedían la correcta lectura de la obra.

En la publicación, se encuentra una imagen ultravioleta de una de las plementerías del Camarín como se aprecia en la figura 15 además de insistir en la aplicación del ultravioleta

en muestras extraídas para estudio de materiales.

Podemos dar por hecho que la realización de las fotografías de fluorescencias han sido realizadas para el diagnóstico de las pinturas murales de las plementerías.

Otro de los ejemplos elegidos que ilustran el uso de la fluorescencia de ultravioleta en la pintura mural lo podemos encontrar en las **pinturas de Bartolomé Matarana del Real colegio seminario de Corpus Christi de Valencia**. En este caso son unas pinturas que se encuentran alojadas en las capillas laterales datadas de 1597 y 1605 con representaciones religiosas en las que se ilustran temas relacionados con la exaltación de la Eucaristía e imágenes en las que se muestran las primeras imágenes que se crearon posteriores al Concilio de Trento entre los años 1545 y 1563. Para realizar estas pinturas Matarana formó un equipo de artistas que le ayudaron en la ejecución y no se vieron terminadas hasta ocho años después.

²⁶ INSTITUT VALENCIÀ DE CONSERVACIÓ I RESTAURACIÓ DE BÉNS CULTURALS, REAL COLEGIO SEMINARIO DE CORPUS CHRISTI, GENERALITAT VALENCIANA. *C+R pintura mural/ metales y orfebrería. Camarín de la Virgen de los Desamparados. Investigación, conservación y restauración del patrimonio cultural de la Comunitat Valenciana. Real Basílica de la Virgen de los Desamparados. Valencia.* [En línea] Disponible en: <http://www.ivcr.es/media/descargas/monografia-valencia-camarin-w.pdf> [Fecha de consulta 9 de Mayo de 2014]

La peculiaridad de estas pinturas, y que se explican en el monográfico²⁷ son las múltiples intervenciones que han sufrido. A mediados de siglo XIX se retocaron las pinturas al oleo para volver a sacar la luz a los frescos, y posteriormente se realizaron dos intervenciones más en las que se intentaron remover estos retoques. No parecieron tener buen resultado ya que en la intervención que acomete el IVC+R es cuando se consigue la eliminación de todos estos retoques, ya amarilleados y oscurecidos por la oxidación con el tiempo y el contacto con el ambiente.

En la figura 16²⁸ podemos ilustrar como con el estudio realizado con luz ultravioleta, la existencia de estos barnices y aceites oxidados sobre la superficie del muro.

Exactamente no se indica en el informe, pero observando la tipología del problema, podríamos alcanzar a suponer que en este caso, el uso del ultravioleta ha sido muy útil para la diferenciación de las zonas con presencia de estos barnices y aceites oxidados, además

de la posible realización de una revisión pormenorizada de los niveles de limpieza que han ido llevándose a cabo durante toda la intervención.

Este uso del ultravioleta se sigue dando en otras intervenciones murales como en las pinturas murales de la sacristía y antesacristía del **Hospital de Santiago de Úbeda, Jaén**²⁹, donde el Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico (IAPH) ha realizado una publicación sobre la primera fase del proyecto piloto, en la cual se lleva a cabo la investigación y el estudio de estas pinturas y algunas intervenciones de ámbito conservativo de carácter urgente.

También se ha llevado a cabo una serie de estudios preliminares, el estado de conservación de las pinturas y cabe destacar en este proyecto, el uso de la fluorescencia ultravioleta ha sido usado para la identificación y análisis de los repintes. Según la publicación³⁰



Figura 11. Fragmento de una de las zonas afectadas por estos barnices durante el proceso de limpieza.

²⁷ INSTITUT VALENCIÀ DE CONSERVACIÓ I RESTAURACIÓ DE BÉNS CULTURALS, REAL COLEGIO SEMINARIO DE CORPUS CHRISTI, GENERALITAT VALENCIANA, FUNDACIÓ GENERALITAT VALENCIANA IBERDROLA. *C+R pintura mural/ metales y orfebrería. Restauración de Patrimonio Histórico. Real Colegio Seminario de Corpus Christi de Valencia. Pinturas murales de Bartolomé Matarana* [En línea] Disponible en: <http://www.ivcr.es/media/descargas/monografia-valencia-camarin-w.pdf> [Fecha de consulta 9 de Mayo de 2014]

²⁸ Ibidem.

²⁹ GONZÁLEZ LÓPEZ, M^a JOSÉ, BAGLIONI, RAINIERO. Publicación PH Boletín 16. Memoria Proyectos y actuaciones. Primera fase del proyecto piloto y de estudio, investigación e intervención de urgencia de las Pinturas murales de la sacristía y antesacristía del Hospital de Santiago Úbeda (Jaén) 20-29 p.

³⁰ Ibidem, 29 p.

“En la Antecristía se observan reintegraciones derivadas de una precedente intervención de restauración (1985) visibles a simple vista y con ultravioletas”.

Además de esto se han realizado un análisis de espectrofotometría UV-VIS para el análisis de cloruros y sulfatos encontrados en las eflorescencias de las pinturas.³¹ Hay gran cantidad de intervenciones en pintura mural donde se ha utilizado el ultravioleta, pero muy pocas publicaciones efectivas que informen claramente de la técnica.

Aplicaciones específicas de la fluorescencia ultravioleta para la investigación.

La fluorescencia ultravioleta también se ha venido empleando para testar resultados en pruebas experimentales. En los siguientes ejemplos, se utiliza para obtener resultados sobre probetas realizadas sobre técnicas y materiales conocidos.³² En el caso de este trabajo, se realizará una comparativa entre los resultados de cada problema, la relación entre materiales y las diferencias encontradas

Se procederá a realizar una comparativa entre las imágenes de las probetas, en las que se tendrán en cuenta las técnicas pictóricas utilizadas y soporte con la información obtenida de ellas. Se ha realizado una selección de las imágenes más explicativas, todas las imágenes se encuentran recogidas en el Anexo 2

³¹ Ibidem. 23p.

³² Para esta parte del trabajo, han sido cedidos una serie de registros fotográficos por parte de los Doctores María Pilar Soriano Sancho y Juan Cayetano Valcarcel Andrés, los cuales realizaron una serie de probetas con diferentes materiales y técnicas, a los que se le realizaron una serie de pruebas junto con un registro fotográfico para saber cuál era el comportamiento de estas frente a la luz ultravioleta.



Figura 12. Pintura de temple de huevo sobre *arricio* e intonaco de Yeso.

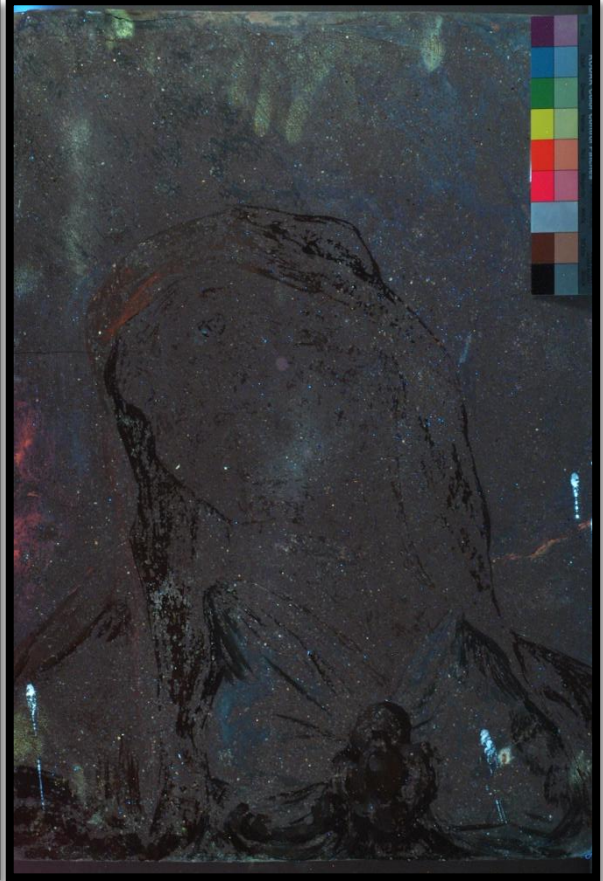


Figura 13. Pintura al óleo sobre *arricio* e intonaco de Yeso.

En este primer ejemplo que se presenta, se muestran dos arranques de pintura mural de dos probetas con una misma preparación de soporte y con una técnica diferente. Como se aprecia apreciar en la figura 18, encontramos el yeso desnudo y ciertos restos de pintura, tanto en las zonas de los bordes de la probeta como sobretodo en la zona del rostro del pantocrátor. En el rostro del mismo, se aprecia como la pigmentación utilizada para el rostro tiene una fluorescencia brillante que resalta, donde los tonos amarillos y naranjas coinciden con las zonas donde se aplica las pinceladas de claro oscuro.

En la figura 18 se puede encontrar la misma fluorescencia del yeso que en la figura 17 pero una gran variación en los restos de pintura que aún quedan en el soporte después de la realización del arranque. Vemos como el óleo tiene una fluorescencia oscura, sobre todo en los tonos tierra donde la fluorescencia llega a ser muy oscura, en comparación del contraste existente en la zona del paño de la cabeza donde la fluorescencia es mucho más clara. También se aprecian ciertas fluorescencias anaranjadas y azuladas en la zona del fondo, pertenecientes a restos de la pintura posterior al arranque.

Si comparamos las imágenes de las dos técnicas encontramos que teniendo un soporte igual y un comportamiento igual, podemos diferenciar una técnica de otra por el tipo de fluorescencia que produce al ser expuestos a la radiación ultravioleta. Los óleos tendrán una fluorescencia más oscura que el temple de huevo que será más clara.

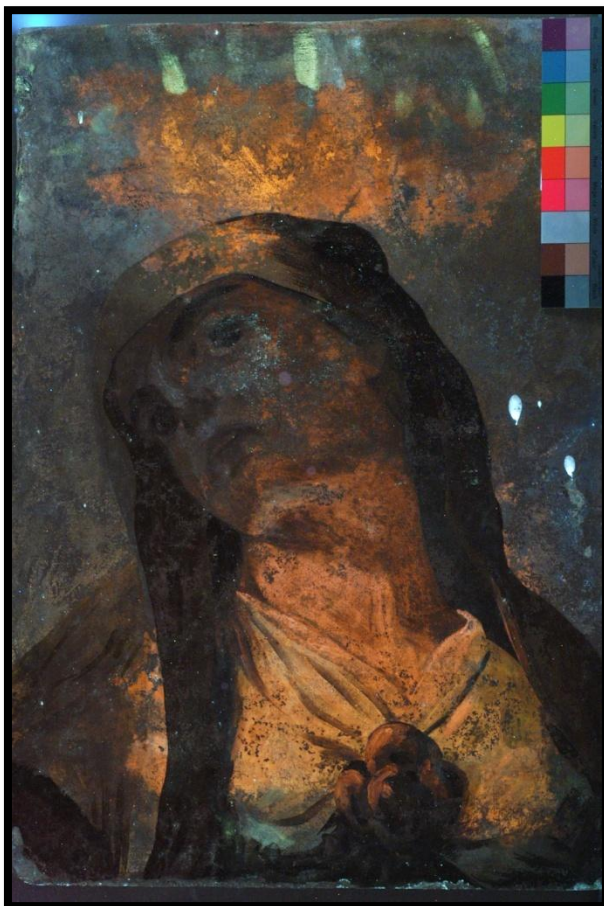


Figura 15. Pintura al óleo sobre *arriccio* e intonaco de cal.

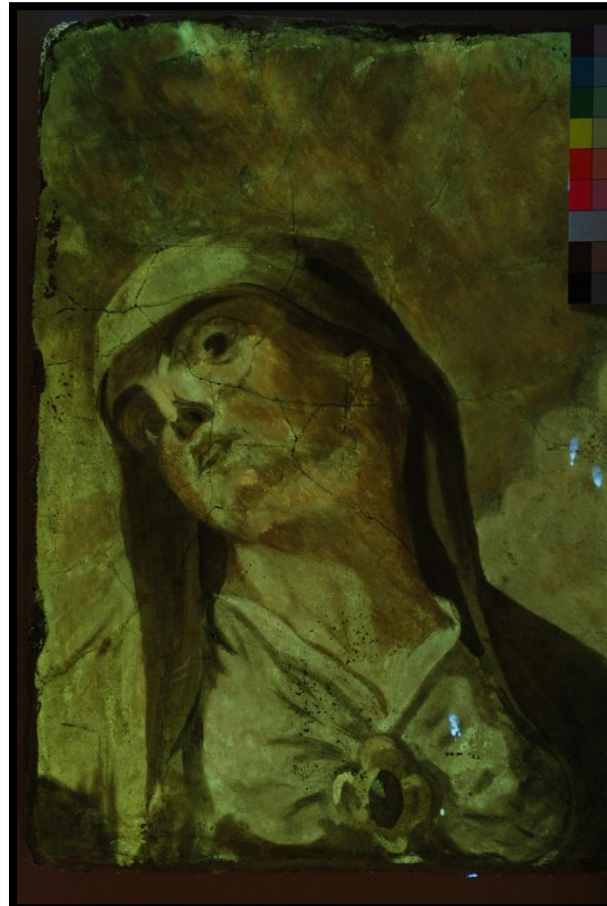


Figura 14. Pintura al óleo sobre *arriccio* e intonaco de cemento puro.

37

En el ejemplo que se muestra a continuación encontramos una misma técnica, pintura al óleo, sobre soportes dispares. En la figura 20 contiene un *arriccio* e intonaco de cal el cual tiene una fluorescencia azulada y de tono pardo, en contraste con la figura 20 la cual se encuentra pintada sobre cemento y la fluorescencia que presenta es muy oscura de un pardo oscuro y apagado.

Además de esto, en la figura 19 presenta una extraña fluorescencia anaranjada que nada tiene que ver con los pigmentos ya que no sigue un patrón referente con la aplicación de los mismos y los colores. En este caso, la zona del pecho de la figura es de tonos verdes y, en la zona de las mangas y rostro son de un tono ocre llegando a ser un poco más rojizo y tierra en la zona del rostro. Es posible que esta sustancia aplicada a posteriori de realizar la probeta se haya aplicado para potenciar la fluorescencia de ciertas zonas de la probeta y de forma irregular. Es posible que pertenezca de origen orgánico, como las colas animales que suelen tener tonalidades anaranjadas bajo la luz ultravioleta. Cabe destacar que este material ajeno sólo reacciona sobre las zonas de colores claros y no sobre tonos más pardos y oscuros como es el del velo que cubre la cabeza de la figura.

En la figura 20 encontramos unas fluorescencias más oscuras, también condicionadas por el soporte en el que está realizado, aunque las fluorescencias amarillas y blanquecinas pertenecen a colores más claros.



Figura 17. Temple de huevo sobre *arricio* de yeso e intonaco de cal.



Figura 16. Temple de huevo sobre *arricio* e intonaco de cal.

38

En este tercer ejemplo, se revisan dos probetas realizadas en temple de huevo pero con soportes diferentes. El soporte de la figura 22 está compuesto por yeso como soporte y como preparación un intonaco de cal, y en la figura 21 las dos partes tanto soporte como preparación son de cal. Comparando las dos imágenes podemos apreciar que aunque la técnica es la misma, la diferencia de soporte hace que haya diferencias notables en la pintura. En el caso del ejemplo con el *arricio* de yeso, se aprecia una regularidad mayor en la superficie aunque el intonaco, parte más superficial, es de cal y debería tener la misma rugosidad.

Esta rugosidad se aprecia perfectamente en la figura 21 donde se muestran zonas oscurecidas, donde la falta de pintura deja ver el soporte el cual tiene una fluorescencia parda.

Además, al ser la misma técnica en los dos ejemplos, se puede decir que el temple de huevo tiene el mismo comportamiento aunque se encuentre en diferentes soportes, ya que podemos apreciar una fluorescencia muy parecida en los colores oscuros como en el pelo o el dibujo que enmarca las facciones de la figura. La tonalidad de la fluorescencia del rostro es muy parecida, aunque es posible que influya que en la figura 22 que la capa de pintura tenga más cantidad de blanco para verse de una tonalidad más clara, y en la figura 21 por defecto óptico, es posible que en las zonas donde la capa de pintura es más fina, se vea más oscuro porque el color del temple interacciona visualmente con el soporte completo de cal.

Otros de los ejemplos que han sido cedidos para este trabajo han sido de la intervención en la Iglesia de San Nicolás de Bari y San Pedro Mártir. Esta es un de las iglesias donde la convivencia de la estructura gótica con la decoración barroca podemos encontrar en Valencia. Se conoce como una de las primeras iglesias parroquiales fundadas en el siglo XIII y la cual presenta una nave con seis capillas entre los contrafuertes y la cabecera.

En la época barroca, esta iglesia sufrió varias intervenciones típicas de la época, como la decoración barroca del interior atribuida a Juan Pérez Castiel y las pinturas de las bóvedas diseñadas por Antonio Palomino y realizadas por Dionís Vidal.

Actualmente, estas pinturas están siendo intervenidas por la Universitat Politècnica de València con la financiación de la fundación Hortensia Herrero. Estas pinturas fueron realizadas al fresco con retoques al seco en algunas zonas, posteriormente fueron intervenidas y se realizaron numerosos repintes, además de los problemas estructurales que se han encontrado durante la restauración y las numerosas humedades de las zonas donde se encuentran situadas las vidrieras. Nos encontramos con una obra del barroco en un emplazamiento gótico único, ya que pocas pinturas murales se encuentran realizadas directamente sobre la estructura de arcos y claves góticas.

39

La documentación fotográfica que se adjunta a continuación se encuentra en la nave principal de la iglesia, situándose en el muro de la puerta principal.

En uno de los laterales de esta puerta encontramos el retrato de Palomino junto con Dionís Vidal, los creadores del conjunto pictórico que se está interviniendo.



Figura 23. Imagen con luz visible del retrato de Dionís Vidal (izquierda) y Palomino (Derecha)

40

En la figura 23³³, vemos el retrato de los dos artistas, y se aprecia de una forma muy llamativa la suciedad que contiene la superficie en general y además, justo en el hombro de la figura que representa a Dionís Vidal se aprecia un faltante de estrato pictórico.



Figura 24. Detalle de uno de los personajes, en el que se observa el faltante de una forma muy clara.

Como se aprecia en la figura 24³⁴, se muestra claramente, por la situación de las luces, y sin ser una fotografía de luz rasante, cómo el faltante es bastante perceptible, y además está cubierto por un color negro parduzco muy parecido al que parece tener la manga del personaje. Posteriormente a la realización de las imágenes con luz visible que se realizaron, se procedió a realizar la toma fotográfica con luz ultravioleta. Las características de la cámara con la que se realizó la toma fueron las siguientes:

³³ Imágenes cedidas por el proyecto de intervención.

³⁴ Imágenes cedidas por el proyecto de intervención.

Se realizaron las tomas con 2 Filtros, el primero de corrección de color y otro de gelatina. Normalmente se han usado sensibilidades de 100 ISO para mayor calidad, pero para aminorar los tiempos de exposición se han usado en este caso ISO 400. Siempre se ha tenido en cuenta el lugar donde se encontraban las pinturas, por lo que una exposición larga puede ser compleja en este lugar de trabajo.

El caso de estas dos figuras en particular es bastante complejo durante la realización toma, ya que nos encontramos justo al borde del andamiaje, como se aprecia en la figura 25, con una cornisa con una barandilla de hierro poco segura, y un pequeño pasillo donde el fotógrafo puede ponerse. Con estas condiciones, y teniendo en cuenta el aparataje necesario para poder realizar la foto

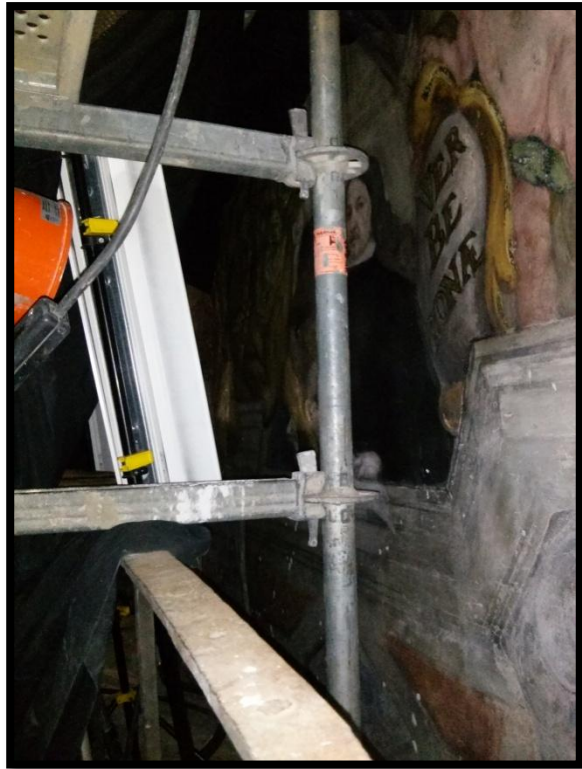


Figura 25. Condiciones de las figuras y como las fuentes de ultravioleta están colocadas.

41

con buenos resultados, la obtención de esta toma ha sido muy compleja y ha conllevado una gran parte de tiempo.



Figura 26. Imagen ultravioleta donde se aprecia claramente que el repinte sobre la zona con faltante se encuentra cubierto por un material que fluoresce de distinta forma que el resto.

En las figuras 26³⁵ y 27³⁶ se muestran los resultados obtenidos en los dos casos con la fotografía de fluorescencia ultravioleta.



42

Figura 27. Imagen realizada posterior a una primera limpieza. Se aprecia como la limpieza ha avanzado en el proceso y se ve más claramente el repinte de la manga de la figura de la izquierda.

Como se aprecia en la comparativa entre las imágenes 26 y 27, vemos la evolución de la limpieza realizada en la zona, como los colores más claros resaltan mucho más y con ello, la fluorescencia oscura de la zona del repinte resalta aún más.

En el caso de San Nicolás, las capturas con fotografía de fluorescencia ultravioleta, se están usando para realizar un seguimiento pormenorizado de algunas zonas conflictivas a la hora de eliminar repintes o para localizar zonas donde algunos retoques o repintes estén interfiriendo en la obra al fresco. Estos retoques al seco fueron realizados a principios del siglo XX y se empleó la caseína para repintar las zonas más dañadas de la obra.

Con estos ejemplos vemos claramente que cada material se muestra de una forma diferente y dependiendo de su estructura en la obra y cómo se haya utilizado, tendremos unos resultados u otros. Además, es muy clara, la necesidad de la solventar uno de los problemas más complejos: el control de la luz ambiente en las zonas de tomas fotográficas. Además de todo el aparataje necesario que se tiene que instalar para poder realizar las tomas y por consiguiente, la pérdida de tiempo que esto ocasiona.

³⁵ Imágenes cedidas por el proyecto de intervención.

³⁶ Imágenes cedidas por el proyecto de intervención.

Otras aplicaciones del UV en conservación-restauración

No solamente se utiliza la fluorescencia ultravioleta en bienes culturales directamente, también en las tomas de muestra cuando se realizan estratigrafías. Este tipo de uso en estratigrafías es muy interesante, ya que la fluorescencia solo ofrece información de la parte superficial de la obra donde proyectamos la radiación. Con la estratigrafía estamos exponiendo los otros estratos que están superpuestos en la estructura general de la muestra y así, obtendremos la información sobre el tipo de fluorescencia ofrecida por los distintos materiales que componen cada estrato.

En la mayor parte de intervenciones es utilizada la fluorescencia ultravioleta en las muestras estratigráficas que se recogen de la obra para su investigación. En uno de los casos que hemos seleccionado y que hemos tratado anteriormente, ha sido **La Virgen de la Roca de Leonardo**, en la cual se ha realizado una fotografía de fluorescencia ultravioleta a algunas muestras.³⁷ En este caso, la muestra seleccionada es de una zona de ropajes, en la cual se cita que la fluorescencia ultravioleta de la micromuestra se centra en alrededor de unas partículas ovaladas de entre 20-30 micrómetros aproximadamente. Posteriormente a este descubrimiento, se realizaron análisis con microscopía con FTIR para identificar estas partículas, evidenciando ser un pigmento rojo fabricado por precipitación, posiblemente un rojo carmín, muy extendido por Europa.

Otro ejemplo de la utilidad de estos análisis en patrimonio lo encontramos en la publicación de IPCE La ciencia y el arte³⁸, en la cual realizaron este tipo de pruebas en una investigación sobre la caracterización de elementos metálicos en textiles históricos y algunas de sus alteraciones.

En este caso se observó una muestra de oro de Chipre, que se encuentran en un hilo entorchado, es decir, un hilo de hebras claras con una lámina metálica de oro de Chipre que engloba estas fibras y lo envuelve. En este caso, los hilos entorchados pertenecen a unos **bordados de una capa pluvial que datan de finales de Siglo XV y principios del siglo XVI**.

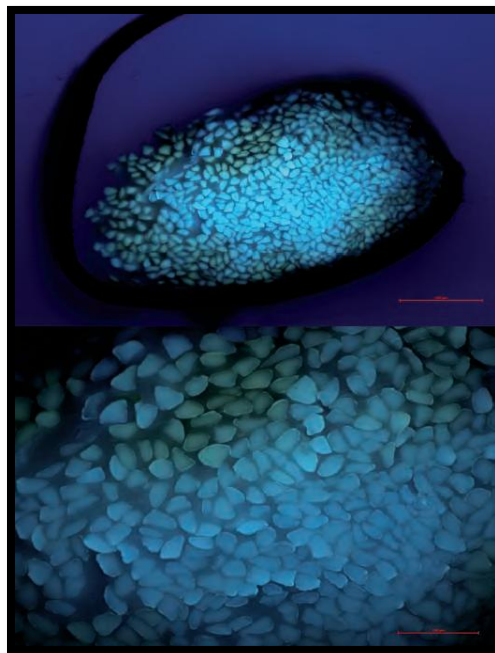


Figura 28. Sección transversal de un hilo entorchado visto en microscopía óptica aplicando fluorescencia ultravioleta.

³⁷ Op cit. 46 p.

³⁸ FERRANZA, Livio, JAÉN, M.Gertrudis. Instituto Valenciano de Conservación y Restauración de Bienes Culturales. MINISTERIO DE CULTURA. *La ciencia y el arte II Ciencias experimentales y conservación del patrimonio histórico*. Cap. 3.7 *Caracterización de elementos metálicos en textiles históricos y estudio de sus diversas alteraciones mediante técnicas microscópicas*. Ed. SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA Subdirección General de Publicaciones, Información y Documentación. 152 p.

En las muestras de este hilo entorchado se averiguó que esta lámina metálica tenía una membrana de origen animal plateada en la superficie y que el alma de los hilos son fibras de lino. Con los análisis de fluorescencia ultravioleta ponen de manifiesto esta veladura sobre el oro. No fue hasta principios del siglo XVI que se comenzó a utilizar de entorchados, llevado en Europa desde el Siglo X aproximadamente y han perdurado hasta el siglo XV, cuando se realiza la sustitución por entorchados de plata y oro. También encontramos otros ejemplos en los que la fluorescencia ultravioleta es aplicada en microscopía óptica, también en fibras, para observar el núcleo interno de un hilo entorchado con fibras de seda como se muestra en la figura 28³⁹

Otro ejemplo de la aplicación de la fluorescencia ultravioleta para ayuda en diagnóstico aparece en unas **Sandalias Pontificias con arabescos**, del Museo de la espiritualidad de Castel Sant'Elia. En este caso la intervención fue llevada a cabo por el IsCR (Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro). Una vez realizaron el estudio histórico y técnico de la obra, procedieron a realizar ciertas investigaciones para mejorar la comprensión de los materiales constituyentes.

Aparte de ciertos análisis no invasivos como la fluorescencia de rayos X o la microespectroscopía de infrarrojos (FT-IR), la observación con microscopio óptico con fluorescencia ultravioleta contribuyó a identificar un colorante rojo utilizado para el revestimiento de las sandalias.⁴⁰

Otra muestra también perteneciente al IsCR es de la **Bandera de “El destructor Zephyr”**, de Roma, en la cual extraen las siguientes conclusiones:

<<Osservazione in luce ultravioletta mediante lampada di Wood. L'analisi ha avuto lo scopo di individuare la eventuale presenza materiali fluorescenti sulla bandiera. Tutte le aree investigate non mostrano fluorescenza ultravioletta, ciò mostra che per tingere la bandiera non sono stati impiegati coloranti fluorescenti.>>⁴¹

Traduciendo la cita, en resumen no se ha encontrado fluorescencia en las áreas investigadas de la bandera, demostrando así que en la coloración de la misma no fueron usados tintes fluorescentes.

³⁹ Ibídem Fig. 11 154 p.

⁴⁰ ISCR - Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro - Restauri recenti - Calzari pontificali con arabesco, Museo della Spiritualità, Castel Sant'Elia. [En línea] Disponible en:

<http://www.icr.beniculturali.it/pagina.cfm?usz=5&uid=73&rid=15&rim=21> [Fecha de consulta 16 de Junio de 2014]

⁴¹ ISCR - Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro - Restauri recenti - Bandiera del cacciatorepediniere Zeffiro, Roma. [En línea] Disponible en: <http://www.icr.beniculturali.it/pagina.cfm?usz=5&uid=73&rid=40&rim=194> [Fecha de consulta 16 de Junio de 2014]

Sondeo y valoración del uso del ultravioleta en el ámbito conservativo.

Para conocer de una mejor forma, el uso real que se hace de la técnica de fluorescencia de ultravioleta, sobretodo en pintura mural, se ha procedido a realizar un breve sondeo online entre algunos especialistas del entorno, de los cuales es posible que usen esta técnica con fines conservativos o de diagnóstico en sus trabajos.

Para ello se ha confeccionado una serie de preguntas, un total de 11, en las que se recoge información del encuestado desde su formación académica, en qué tipo de empresa trabaja o ha trabajado, los tipos de análisis no invasivos que realiza durante los procesos de intervención y cómo calificaría de útil la técnica ultravioleta en referencia a la información que obtiene de ella. Esta encuesta fue realizada a través *Google Drive*®, ayudándonos así a poderla distribuir de forma más sencilla y rápida, y cuyo programa nos ofrece los beneficios de mostrarnos los resultados en gráficas de barras y circulares, ayudándonos a recopilar las respuestas de cada pregunta y posteriormente a interpretarlas. Todos los gráficos se han adjuntado en el anexo 3 del trabajo.

45

Una de las preguntas que se realizaron fue la consulta sobre la titulación académica de los expertos, los cuales han sido Doctores en un 50%, pasando por un 25% de Licenciados 20% Diplomados y solo un 5% de los que realizaron la encuesta tiene un Máster como titulación máxima. El 79% de los encuestados trabajan en institución pública, el 11% como autónomo y solo un 5% respectivamente en empresas privadas u otro tipo de trabajos.

Una de las principales preguntas que se han realizado ha sido el tipo de método no invasivo que suelen realizar a la hora de intervenir bienes culturales o catalogar una obra, ya que esta encuesta estaba dirigida a profesionales, en nuestro sector podemos encontrar tanto historiadores como conservadores y restauradores como tal. La mayoría de los encuestados han distribuido sus respuestas entre varias opciones en las que destaca la fotografía con luz normal, rasante y transmitida, posteriormente la fotografía ultravioleta con un 29%, la fotografía de infrarrojo con un 20% y por último la utilización de radiografías con un 16% es el método no invasivo que menos se usa.

Respecto al uso de la luz ultravioleta con observación directa o a través de imágenes fotográfica, las opiniones de combinación de ambas suele ser la mayoritaria con un 72% un así las opciones de observación directa y fotográfico únicamente, tienen unos porcentajes muy parecidos entre ellas con solo un voto de diferencia.

Otra de las preguntas que más interesaban en este caso era el uso del ultravioleta en formato digital o analógico, siendo el uso del formato digital el que más usan los expertos en la actualidad. La fotografía de infrarrojos digital también se acerca a los resultados de la ultravioleta digital, quedando completamente *“fuera de juego”* el uso del método analógico en

ninguna de las dos técnicas. Además, como concepto irrefutable, el 94% de las personas encuestadas afirmaron que encuentran ventajas en el uso del formato digital frente al analógico y solo un 6% no creen que el formato digital sea una ventaja.

Normalmente, de las técnicas fotográficas utilizadas para documentación y estudio técnico de las obras, suelen estar bastante generalizadas: la fotografía con luz normal, con luz rasante y luz transmitida, siendo posteriormente la fotografía ultravioleta la que más se usa, la fotografía de fluorescencia ultravioleta, la luz directa y dejando la radiografía con un 11% de uso como la última.

Más centrado en la pintura mural en concreto y en obras que no pueden ser trasladadas a un estudio fotográfico, las técnicas de documentación más utilizadas en este tipo de situaciones suele ser las capturas fotográficas con luz normal, rasante y transmitida y con un incierto empate la fotografía infrarroja y de fluorescencia. El ultravioleta directo y la radiografía se utilizan muy poco en estas situaciones.

Como finalización, en general para nuestros encuestados, la técnica de ultravioleta ofrece información útil para su aplicación en pintura mural y tienen una opinión bastante positiva de la utilidad de esta técnica junto con la infrarroja para el ámbito de la conservación y restauración.

46

Como conclusión final, los resultados eran esperables en la medida de lo general. Sorprende el uso de la fotografía ultravioleta por encima de la fluorescencia, no se sabe, si por el desconocimiento de las técnicas y por ello confusión o porque realmente la técnica de ultravioleta reflejado aporte mayor información según los expertos. En referencia al uso de la radiografía como método menos usado para diagnóstico es comprensible, ya que no es una técnica tan accesible como la ultravioleta o la infrarroja además de mucho más costosa y aparatosa por el tipo de radiación que se utiliza.

Tanto el registro ultravioleta e infrarrojo en digital está muy asimilado en el ámbito conservativo siendo estas dos técnicas las más utilizadas por su eficacia, bajo coste y fácil uso, y por el contrario como dato anecdótico cabe decir que la técnica radiográfica para uso in situ está completamente descartada, por ser una técnica costosa, aparatosa y difícil de realizar por cualquier restaurador no especializado en la técnica.

Realización y proyección de un prototipo para mejorar la captura de fotografías ultravioleta in situ.

Como se ha visto durante todo el trabajo, la técnica ultravioleta sufre de distintas carencias y defectos que se deben intentar corregir al realizar la toma fotográfica. Normalmente en intervenciones de piezas de grandes magnitudes y sobretodo en obras de pintura mural como es el ejemplo que se está estudiando, se encuentran diferentes problemas, y entre ellos uno de las más importantes es el aislamiento de las piezas a la luz visible para realizar la toma.

Por lo tanto se ha llegado a la conclusión de que la necesidad de aplicar la técnica ultravioleta en diversos bienes muebles es alta y las mismas características de la misma dificultan su aplicación y por consecuencia los resultados que se obtienen. Por ello, como solución a uno de los problemas insalvables se propone un prototipo, el cual servirá para mejorar la realización de la toma fotográfica en pintura mural sobretodo o en pinturas de formato bidimensional.

Revisando un prototipo anterior, desarrollado por el Instituto de Restauración del Patrimonio (IRP), se propone una variante de este, con el cual se podrán salvar los inconvenientes de realizar fotografía *in situ*.

La estructura inicial que se busca es parecida a la de las iluminaciones de ventana de estudio, como vemos en la figura 29⁴², una estructura semi-flexible, ligera y portátil, con la cual se busca la realización de las capturas fotográficas adaptándose a la situación ambiental en la que se encuentra.

Esta estructura creará una zona completamente aislada de las luces parásitas, con la que podremos exponer la superficie pictórica desde el interior con la radiación ultravioleta.



Figura 29. Ejemplo gráfico de un foco con el adaptador de ventana.

Los materiales a elegir para la cobertura de esta estructura tendrán que ser materiales opacos, las mejores opciones podrían ser *foscurit* o incluso neopreno, dando así un poco de flexibilidad y manejabilidad al recubrimiento de la estructura.

⁴² Ventana/Soft Box Fotográfico Difusor de Luz Wifeng - 90x90cm (SB1001) - ServoVendi <<http://www.servovendi.com/es/ventana-soft-box-fotografico-difusor-de-luz-weifeng-90x90cm-sb1001.html>> [Fecha de consulta 20 de Junio de 2014]

Podría optarse por una estructura flexible y desmontable, de varillas huecas con goma elástica en su interior, realizando una serie de dobleces donde introducirlas y no interfieran en la estructura interna que será donde se instale la iluminación.

Estas varillas serán de plástico rígido si se opta por esta opción. Otra opción posible podría ser la realización de una estructura de aluminio. Esta segunda opción podría ser la más práctica ya que se realizaría una estructura con las medidas adecuadas, se localizará el sitio idóneo donde poder situar la cámara y evitar así utilizar un trípode ajeno siendo la estructura suficiente para sostener la cámara con el aparato para aislar la zona a fotografiar. Además, sería mucho más sencillo de construir aunque no fuera un aparato desmontable. Se tendrá en cuenta el tipo de cámara que se usará y la óptica de la misma, en el caso propuesto, las medidas idóneas entre la distancia focal de la cámara y la superficie que se va a registrar se refieren a una cámara con objetivo de 28mm con la que se abarcará una superficie de 45 x 28 cm. Esta medida se recoge cuando se coloca la cámara exactamente a 45 cm de la superficie. Será de gran importancia, respetar estas medidas, ya que así se podrá realizar un prototipo exacto a las necesidades mínimas que se requieren y por ello tendremos el mínimo espacio útil aprovechado, sin tener que optar por grandes cortinas pesadas o tener que trabajar en horarios nocturnos.



Figura 30. Sistema Phottix HS Speed Mount II de sujeción de Flash.

En lo que se refiere al soporte de la cámara, una buena opción a tener en cuenta para el diseño del prototipo se aprecia en la figura 30⁴³. En este caso es un soporte de flash de ventana, en el cual el flash se encuentra fijo en la pestaña metálica anclada a la zapata donde va anclada la estructura a un pie de foco. Podría ser interesante instalar esta estructura y añadir una sujeción donde se colocaría la cámara fotográfica en el lugar del flash, dejando el objetivo a una distancia justa de 45 cm de la superficie del muro.

Hay que tener muy en cuenta el poder realizar una estructura completamente estanca a la luz como la que estamos planteando, por lo que se necesitará una serie de complementos para poder solucionar algunos problemas como la unión del prototipo al muro y entre el objetivo de la cámara y el aparato.

⁴³ Sistema Phottix HS Speed te ayuda a la Iluminación con Flash|Conoce el mundo de la fotografía [En línea] Disponible en: <<http://conocelafotografia.com/sistema-phottix-hs-speed-te-ayuda-con-la-iluminacion-con-flash/>> [Fecha de consulta 20 de Junio de 2014]

Estos complementos ayudarán a la estanqueidad del prototipo ayudando a que en su interior se concentre toda la radiación ultravioleta.

Referente a la instalación de la fuente de UV podríamos optar por dos tipos de fuente. Ya vimos anteriormente que la más eficiente podría ser los fluorescentes con recubrimiento específico para evitar la radiación visible, pero para este prototipo el uso de *leds* es una muy buena opción, así ganará en ligereza y manejabilidad e instalando estos en toda la superficie interna del prototipo tendríamos una mejor iluminación generalizada cubriendo toda la superficie y obteniendo todas las mejoras de tener una fuente autónoma, con una batería exclusiva para los *leds*. Hay que tener muy en cuenta el uso de esta fuente de iluminación debe ser con recubrimiento de vidrio de Wood, teniendo que ser de fabricación por encargo o de realización casera con gelatina, la cual ofrece muy buenos resultados.

A continuación, en la figura 31 se muestra el primer prototipo diseñado para la realización de tomas fotográficas ultravioletas.

En este caso, el prototipo que se ha diseñado ha sido pensando sobre todo en los 45 cm de distancia que debe tener el objetivo del objeto a fotografiar para aprovechar al máximo el total de la toma fotográfica.

La única diferencia ha sido que en lugar de realizar la estructura de 45 x 28 cm se ha tomado la decisión de realizarla completamente cuadrada, ocupando 50 x 50 cm en total.

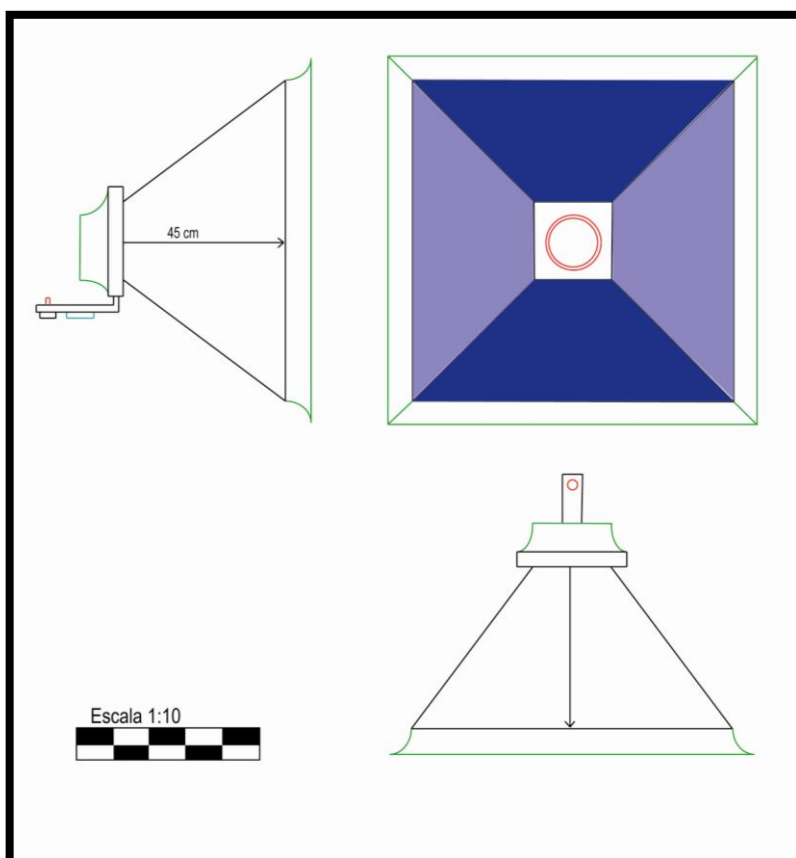


Figura 31. Imagen en alzado, planta y perfil del prototipo diseñado.

Esta característica ha sido aplicada ya que la estructura cuadrada tiene más superficie interior para alojar el sistema de iluminación además que este prototipo no está pensado para realizar barridos muy extensos.

Además, al ser una estructura flexible y plegable será fácilmente transportable y de usar, y eligiendo una fuente de iluminación ligera y flexible como son los *leds* nos asegurará al 100%

su ligereza. Como se aprecia en la figura 31, podemos ver que las zonas marcadas en tonos azules, sería la zona donde se instalaría la iluminación.

Para la parte del apoyo de la cámara se ha diseñado una estructura rígida pero ligera para la colocación de la misma, con el mismo sistema de anclaje para el trípode y la cámara. Esta estructura, se acoplaría a un trípode también con el mismo sistema utilizado para unir el trípode y al aparato, siendo así muy sencillo de usar. Las zonas que se aprecian en verde, son los complementos utilizados para mayor aislamiento de la zona interior, ya que las zonas más propensas a dejar pasar la luz visible a la parte interna son la zona donde se encuentra la cámara alojada y la zona de unión con la pintura mural. Cabe destacar también el uso de protección acolchada en la zona que entra en contacto con la obra ya que en algunos momentos esta puede encontrarse muy frágil y para utilizar este prototipo debe encontrarse estable y sin peligro de pérdidas durante la realización de la toma.

A continuación se muestran una serie de imágenes donde se aproxima el diseño del prototipo diseñado en tres dimensiones:

50

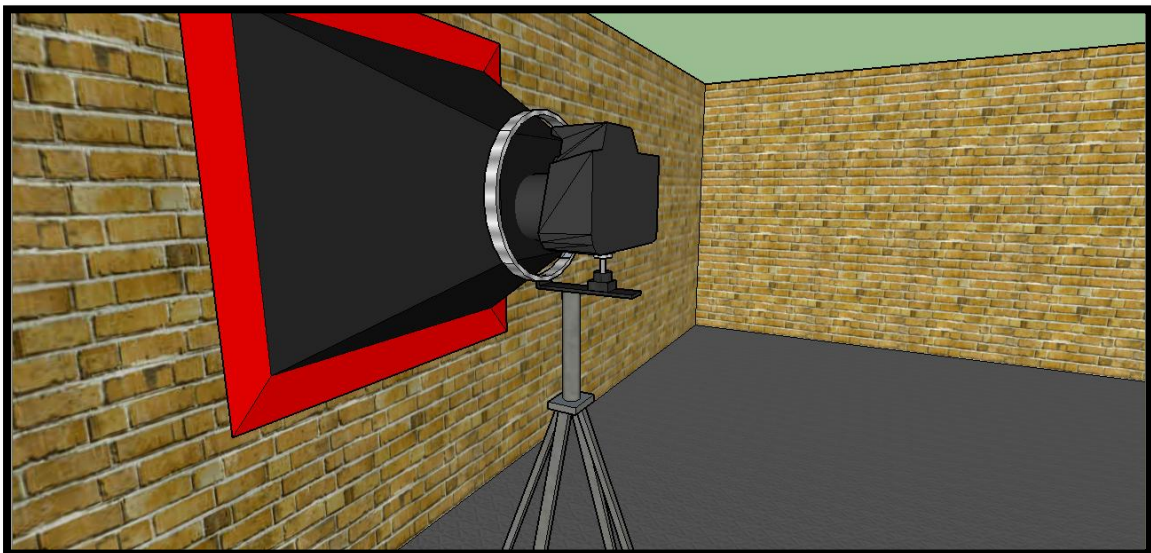


Figura 32. Vista posterior del prototipo para tomas de fluorescencia ultravioleta.

En la figura 32 se aprecia la parte posterior del prototipo y la unión entre la cámara y la pieza donde se encuentra el aro de sujeción.

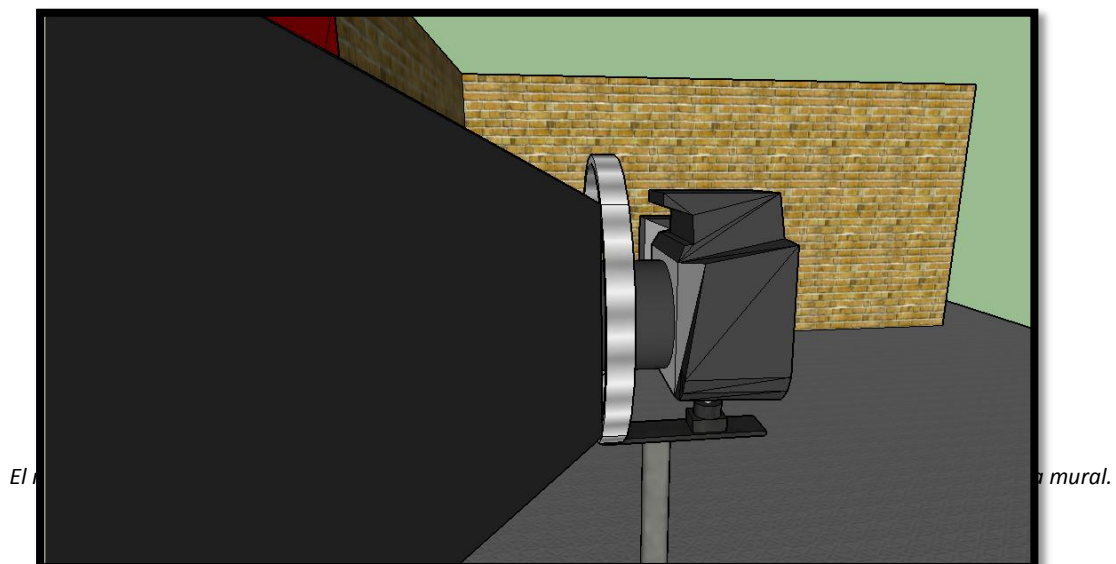


Figura 33. Detalle del aro de sujeción con la zona de la campana exterior.

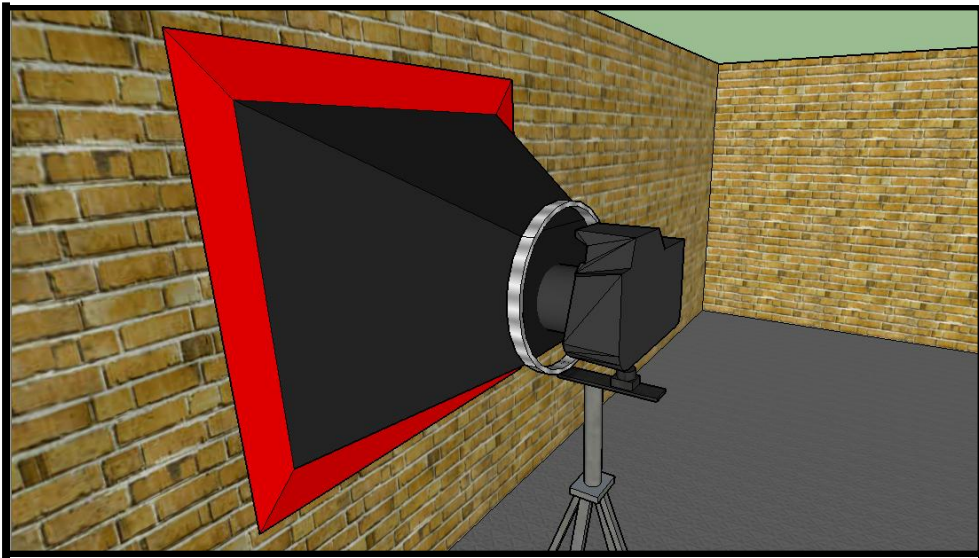


Figura 34. Detalle general del prototipo

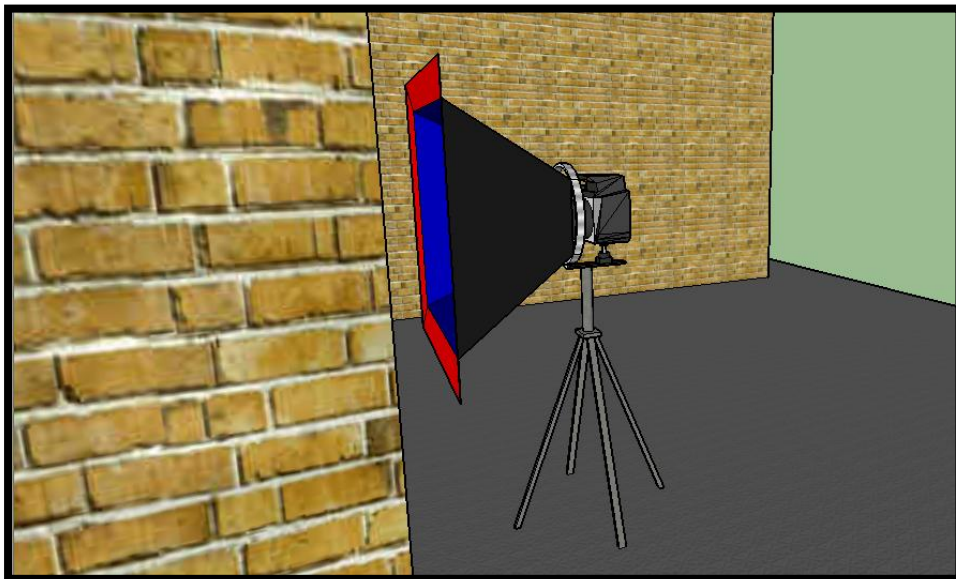


Figura 35. Visión general del prototipo. En la zona azul es donde se instalan los leds con recubrimiento especial.

Gracias al diseño del prototipo para realización de tomas fotográficas *in situ*, se mejorará la captura de imágenes de fluorescencia, se controlará en gran parte el entorno en el cual se encuentra la obra. Con dicho control del entorno, las luces parásitas tan problemáticas bajan en cantidad y se podrán conseguir resultados de tan buena calidad como en pintura de caballete o en obra de menor formato.

Además de esto, aumentará la manejabilidad durante las tomas, ya que no se precisará el uso de iluminación extra en lugares como andamios o zonas poco practicables. Mejorará los tiempos de captura y en lugares difíciles podrá ser fácil de usar teniendo una distancia mínima para poder colocar el prototipo adecuadamente. Es frecuente que durante las capturas *in situ* se necesite asistencia para poder realizar correctamente la toma, y con el prototipo propuesto el fotógrafo podrá ser autónomo y no necesitará asistencia para realizar la fotografía con luz ultravioleta. Con todas estas ventajas, la mejora de obtención de información con esta técnica analítica es clara y por lo tanto una buena solución para poder mejorar la técnica.

CONCLUSIONES

A continuación vamos a desarrollar conclusiones para cada uno de los objetivos planteados al inicio del trabajo y terminaremos proponiendo.

- Contextualizar el uso de la técnica de registro de fluorescencia ultravioleta en la actualidad, en el ámbito de los bienes culturales y principalmente en el estudio e intervención en pintura mural.
 - Con la revisión general que se ha realizado tanto de la técnica, la radiación y los ejemplos en pintura mural y otros bienes culturales se ha realizado un repaso extenso sobre todo tipo de usos que se le da a la técnica, llegando a la conclusión de que es una técnica fotográfica muy accesible por los materiales y fuentes utilizadas. Además, ayuda para la comprensión de los bienes culturales en general, no solamente a los concernientes soportes bidimensionales sino en materiales como textiles, esculturas, elementos de vestimenta, etcétera.
- Optimizar la obtención de imágenes analíticas con radiación ultravioleta en obra mural *in situ*.
 - Con la creación de un prototipo específico en el capítulo anterior, se optimiza la captura de imágenes *in situ* que tiene tanta problemática a la hora de su realización por los lugares donde se emplazan. Con ello anularemos las radiaciones parásitas de luz visible tan influyentes en los resultados fotográficos que podemos obtener de una forma sencilla y práctica, sobretodo en lugares de difícil acceso.
Con el uso del prototipo que se ha diseñado, podremos optimizar al 100% las capturas *in situ*, y mejorar en gran parte la comodidad de la realización de las tomas. Se mejorará la calidad de las tomas fotográficas de fluorescencia ultravioleta, recibiendo por lo tanto mejor información de la obra.
- Definir las aportaciones de esta técnica de análisis en los procesos de intervención de pintura sobre soporte mural.
 - Hemos definido que los aportes que realiza la técnica de fluorescencia ultravioleta no solo son aplicables a la pintura mural en particular, sino a la aplicación en distintos soportes, dando lugar a aportaciones como:
 - Conocimiento del estado de conservación de la pintura a nivel superficial.
 - Conocimiento de las necesidades básicas que presenta la obra a la hora de su intervención y poder poner los medios necesarios para su restauración y su mejora a nivel conservativo.

- Uso como técnica complementaria, ya que puede hacer de puente hacia otras técnicas más costosas, ayudando a saber qué buscar con ellas.
 - Seguimiento de las intervenciones llevadas a cabo durante un proyecto de conservación, pudiendo hacer así un seguimiento exhaustivo de las zonas problemáticas.
 - Evaluar la evolución de la obra desde el momento en el que se comienza a documentar y conocer, durante su intervención y hasta su posterior resultado final.
- Conocer del uso real de la técnica del ultravioleta en intervenciones de patrimonio en general.
 - Con la información extraída de la encuesta, junto con las conclusiones obtenidas a lo largo de todo el trabajo, podemos tener una visión general del verdadero uso de esta técnica en diversos soportes no solo en pintura mural, ya que los expertos que han contestado a nuestra encuesta han sido de diversas especialidades, llegando desde especialistas en la técnica de fluorescencia ultravioleta, pasando por restauradores de pintura mural, caballete y textil.
 - Además de la encuesta, con la revisión de trabajos donde aplica la fluorescencia ultravioleta, nos da una visión amplia de sus necesidades y resultados que podemos obtener.

54

Con el uso del prototipo para obras *in situ*, se mejorará en gran parte la calidad en las tomas fotográficas con fluorescencia ultravioleta y se podrán realizar análisis fotográficos de este tipo con mayor facilidad y con resultados equiparables a los de pintura de caballete. Se debe tener en cuenta, que la iluminación que se va a utilizar será de *leds* con recubrimiento específico, por lo que la fabricación de estos es muy importante, y de ello dependerá la visibilidad de la fluorescencia en el posterior procesado digital.

Como conclusión final, podemos concretar que la técnica de fluorescencia ultravioleta ofrece grandes ventajas en el campo de la conservación y restauración. Es posible que esta técnica se use de una forma poco ortodoxa y que por ser una técnica fotográfica específica no se le saque todo el partido que se debe, por no ser realizada por profesionales de la fotografía en algunos casos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) El Universo más allá de lo visible [En Línea] Astronomía 2009 Disponible en: http://www.astronomia2009.es/Zona_Articulos/La_nueva_mirada_de_Galileo/El_Universo_más_allá_de_lo_visible.html [Fecha de consulta 11 de mayo de 2014]
- (1) HOCKBERGER, P. E. (2002). "A history of ultraviolet photobiology for humans, animals and microorganisms" 561-563 p.
- (2) ARNOLD C.R. ROLLS, P. J. and STEWART, J. C. J. *Fotografía Aplicada*. eds., Barcelona: Omega, 1974.
- (1) MATTEINI, Mauro, MOLES, Arcangelo. *Ciencia y Restauración: Método De Investigación*. ed. Sevilla; Hondarribia: Junta de Andalucía, Consejería de Cultura: Nerea, 2001 (*falta página*)
- (1) VALEA PÉREZ, Ángel, ALONSO GIRÓN, Jesús M^a. *Radiación Infrarroja y Ultravioleta. Tecnología y aplicaciones*, Ed McGraw-Hill Interamericana de España. P 239.
- (1) EASTMAN KODAK COMPANY, *Wratten Light Filters* 15a. ed. Rochester N. Y. 1938 10-11 p. [En línea] Disponible en: <http://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=uc1.b4400502;view=1up;seq=17> > [Fecha de consulta 19 de Febrero de 2014]
- (1) Fujifilm crea una FinePix S3 Pro para fotografía infrarroja y ultravioleta| Quesabesde. [En línea]. Disponible en: http://www.quesabesde.com/noticias/fujifilm-finepix-s3-pro-uvir_2637> [Fecha de consulta: 27 de mayo de 2014]
- (1) Sony A7 y A7R, análisis. [En línea] Xatakafoto. Disponible en: <http://www.xatakafoto.com/analisis-y-pruebas/sony-a7-y-a7r-analisis> [Fecha de consulta 14 de mayo de 2014]
- (1) SIGMA SD14 CÁMARA REFLEX DIGITAL [En línea] Catálogo de producto. Disponible en: http://www.sigma-sd.com/SD14/catalog/SD14_Catalog_Product_SP.pdf [Fecha de consulta 15 de Junio de 2014]
- (2) NATIONAL GALLERY COMPANY LONDON. *National Gallery Technical Bulletin. Leonardo da Vinci: Pupil, Painter and Master*. Ed. Yale University Press. Vol. 32.
- (2) SEDANO ESPÍN, Ubaldo, SÁNCHEZ LEDESMA, Andrés, PÉREZ PÉREZ, Susana, FERNÁNDEZ ARCOS, Amdrea, DESPLECHIN, Hélène, MARTOS FIGUEROA, Alejandra, SOLER MIRET, Juan Alberto. *Apoyo analítico al estudio y proyecto de restauración de una obra de fernand léger de la colección thyssen bornemisza*. [En línea] Disponible en: http://www.museothyssen.org/pdf/restauracion/proyectos_de_investigacion/Apoyo_analitico_Leger_ES.pdf> [Fecha de consulta 11 de Junio de 2014]
- (4) INSTITUT VALENCIÀ DE CONSERVACIÓ I RESTAURACIÓ DE BÉNS CULTURALS, REAL COLEGIO SEMINARIO DE CORPUS CHRISTI, GENERALITAT VALENCIANA. *C+R pintura de caballete. Obras pictóricas Real Colegio Seminario de Corpus Christi Valencia*. [En línea] Disponible en: http://www.ivcr.es/media/descargas/restauracion_ivcr_obras_pictoricas_patriarca_valencia_w.pdf> [Fecha de consulta 11 de Junio de 2014]

(1) IAPH. Proyectos destacados. [En línea] Disponible en:
<<http://www.iaph.es/web/canales/conservacion-y-restauracion/proyectos-destacados/san-telmo.html>> [Fecha de consulta 9 de Mayo de 2014]

(1) INSTITUT VALENCIÀ DE CONSERVACIÓ I RESTAURACIÓ DE BÉNS CULTURALS, REAL COLEGIO SEMINARIO DE CORPUS CHRISTI, GENERALITAT VALENCIANA. *C+R pintura mural/ metales y orfebrería. Camarín de la Virgen de los Desamparados. Investigación, conservación y restauración del patrimonio cultural de la Comunitat Valenciana. Real Basílica de la Virgen de los Desamparados. Valencia.* [En línea] Disponible en:
<<http://www.ivcr.es/media/descargas/monografia-valencia-camarin-w.pdf>> [Fecha de consulta 9 de Mayo de 2014]

(2) INSTITUT VALENCIÀ DE CONSERVACIÓ I RESTAURACIÓ DE BÉNS CULTURALS, REAL COLEGIO SEMINARIO DE CORPUS CHRISTI, GENERALITAT VALENCIANA, FUNDACIÓN GENERALITAT VALENCIANA IBERDROLA. *C+R pintura mural/ metales y orfebrería. Restauración de Patrimonio Histórico. Real Colegio Seminario de Corpus Christi de Valencia. Pinturas murales de Bartolomé Matarana* [En línea] Disponible en:
<<http://www.ivcr.es/media/descargas/monografia-valencia-camarin-w.pdf>> [Fecha de consulta 9 de Mayo de 2014]

(3) GONZÁLEZ LÓPEZ, M^a José, BAGLIONI, Rainiero. Publicación PH Boletín 16. *Memoria Proyectos y actuaciones. Primera fase del proyecto piloto y de estudio, investigación e intervención de urgencia de las Pinturas murales de la sacristía y antesacristía del Hospital de Santiago Úbeda (Jaén)* 20-29 p.

56

(2) FERRANZA, Livio, JAÉN, M. Gertrudis. Instituto Valenciano de Conservación y Restauración de Bienes Culturales. MINISTERIO DE CULTURA. *La ciencia y el arte II Ciencias experimentales y conservación del patrimonio histórico. Cap. 3.7 Caracterización de elementos metálicos en textiles históricos y estudio de sus diversas alteraciones mediante técnicas microscópicas.* Ed. SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA Subdirección General de Publicaciones, Información y Documentación. 152 p.

(1) ISCR - Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro - Restauri recenti - Calzari pontificali con arabesco, Museo della Spiritualità, Castel Sant'Elia. [En línea] Disponible en:
<<http://www.icr.beniculturali.it/pagina.cfm?usz=5&uid=73&rid=15&rim=21>> [16 de Junio de 2014]

(1) ISCR - Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro - Restauri recenti - Calzari pontificali con arabesco, Museo della Spiritualità, Castel Sant'Elia. [En línea] Disponible en:
<<http://www.icr.beniculturali.it/pagina.cfm?usz=5&uid=73&rid=15&rim=21>> (16 de Junio de 2014)

(1) ISCR - Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro - Restauri recenti - Bandiera del cacciatopediniere Zeffiro, Roma. [En línea] Disponible en:
<<http://www.icr.beniculturali.it/pagina.cfm?usz=5&uid=73&rid=40&rim=194>> [Fecha de consulta 16 de Junio de 2014]

(1) Ventana/Soft Box Fotográfico Difusor de Luz Wifeng - 90x90cm (SB1001) - ServoVendi
<<http://www.servovendi.com/es/ventana-soft-box-fotografico-difusor-de-luz-weifeng-90x90cm-sb1001.html>> [Fecha de consulta 20 de Junio de 2014]

(1) Sistema Phottix HS Speed te ayuda a la Iluminación con Flash|Conoce el mundo de la fotografía [En línea] Disponible en: <<http://conocelafotografia.com/sistema-phottix-hs-speed-te-ayuda-con-la-iluminacion-con-flash/>> [Fecha de consulta 20 de Junio de 2014]

BIBLIOGRAFÍA

Libros:

VILLARQUIDE J, Ana. *La Pintura Sobre Tela II: Alteraciones, Materiales y Tratamientos De Restauración*. San Sebastián: Nerea, 2005.

FERRER M, Ascensión. *La Pintura Mural: Su Soporte, Conservación, Restauración y Las Técnicas Modernas*. . Universidad de Sevilla ed., Sevilla: Sevilla : Universidad de Sevilla, 1998.

PINO D, César del. *La Pintura Mural: Conservación y Restauración*. Madrid: Madrid: CIE Dossat 2000, 2004.

SCICOLONE, Giovanna. *Restauración De La Pintura Contemporánea: De Las Técnicas De Intervención Tradicionales a Las Nuevas Metodologías*. . Andalucía Consejería de Cultura ed., Hondarribia ; Sevilla: Hondarribia ; Sevilla : Nerea :, Junta de Andalucía, 2009.

C.R. Arnold. *Fotografía Aplicada*. . ROLLS, P. J.; and STEWART, J. C. J. eds., Barcelona: Barcelona : Omega, 1974.

58

SOUGEZ, Marie-Loup. *Historia De La Fotografía*. Madrid: Madrid: Cátedra, 2001.

MATTEINI, Mauro, MOLES, Arcangelo. *Ciencia y Restauración: Método De Investigación*. . ed., Sevilla ; Hondarribia: Sevilla; Junta de Andalucía, Consejería de Cultura : Nerea, 2001.

SCICOLONE, Giovanna. *Restauración De La Pintura Contemporánea: De Las Técnicas De Intervención Tradicionales a Las Nuevas Metodologías*. . Andalucía Consejería de Cultura ed., Hondarribia ; Sevilla: Nerea, Junta de Andalucía, 2009.

VALCÁRCEL ANDRÉS, Juan. OSCA PONS, Julia. *Estudio de la técnica empleada por Antonio palomino en los frescos de la Real Basílica de la Virgen de los Desamparados de Valencia a partir de análisis con radiación de diferentes longitudes de onda*. Universitat Politècnica de València. Dpto. Conservación y Restauración de Bienes Culturales. Mayo de 2004.

Artículos:

RICHTER, Mark; HAHN, Oliverand FUCHS, Robert. Purple Fluorite: A Little Known Artists' Pigment and its use in Late Gothic and Early Renaissance Painting in Northern Europe. *Studies in Conservation*, Vol.46(1), pp.1-13, 2001, vol. 46, no. 1, pp. 1-13.

HOCKBERGER, Philip E. A History of Ultraviolet Photobiology for Humans, Animals and Microorganisms. *Photochemistry and Photobiology*, Vol.76(6), pp.561-79, 2002, vol. 76, no. 6, pp. 561. ISSN 0031-8655.

LLORENS MOLINA, Juan A. *Espectroscopía De Absorción*. 2009-06-24T 12:20:35Z, 2009
 Riunet: Repositorio Institucional de la UPV. Disponible en: <<http://hdl.handle.net/10251/5703>>
 [Fecha de consulta 3 de Diciembre de 2013].

SCIUTI, S. and F. *A Non-Destructive Analytical Study of a Recently Discovered Roman Wall Painting*. *Studies in Conservation*, 140, vol. 46, nº 2.

SEDANO ESPÍN, Ubaldo, SÁNCHEZ LEDESMA, Andrés, PÉREZ PÉREZ, Susana, FERNÁNDEZ ARCOS, Amdrea, DESPLECHIN, Hélène, MARTOS FIGUEROA, Alejandra, SOLER MIRET, Juan Alberto. *Apoyo analítico al estudio y proyecto de restauración de una obra de fernand léger de la colección thyssen bornemisza*. [En línea] Disponible en: <http://www.museothyssen.org/pdf/restauracion/proyectos_de_investigacion/Apoyo_analitico_Leger_ES.pdf> [Fecha de consulta 11 de Junio de 2014]

ESPINOSA IPINZA, Fernanda. RIVAS POBLETE, Viviana. *Fluorescencia visible inducida por radiación UV. Sus usos en conservación y diagnóstico de colecciones*. 27-38 p. Una revisión crítica. *Pub. Conserva*. nº 16, 2011.

CARCELÉN, Laura Alba. GONZÁLEZ MOZO, Ana. *Uso de la luz ultravioleta para el estudio del estado de conservación de la pintura de caballete*. *Actas del II Congreso del GEIIC. Investigación en Conservación y Restauración*. 2005. 12 p.

ANTELO, T.; BUESO, M.; GALDÓN A. Y VEJA, C. *La ciencia y el arte. Ciencias experimentales y conservación del Patrimonio Histórico*. Madrid, España: Ministerio de Cultura, 2008.

GENERALITAT VALENCIANA. INSTITUT VALENCIÀ DE CONSERVACIÓ I RESTAURACIÓ DE BENS CULTURALS. DIPUTACIÓ DE VALÈNCIA. AYUNTAMIENTO DE CHIVA. *Exaltación del Cordero Místico. José Vergara Iglesia de San Juan Bautista. Chiva*. [En línea] Disponible en: www.ivcr.es

GENERALITAT VALENCIANA. INSTITUT VALENCIÀ DE CONSERVACIÓ I RESTAURACIÓ DE BENS CULTURALS. *C+r pintura mural. Pinturas murales de Vicent Castelló i Amat. Iglesia del Salvador Valencia*. [En línea] Disponible en: www.ivcr.es

CANADIAN CONSERVATION INSTITUTE. *Ultraviolet Filters. CCI Notes 2/1*.

CANADIAN CONSERVATION INSTITUTE. *Condition Reporting - Paintings. Part II: Examination Techniques and a Checklist. CCI Notes 10/7*.

GIRIBET Josep. *La fotografía de molt anta resolució aplicada a la pintura mural*. *Revista URTX* 200-207 p.

SEDANO ESPÍN, Pilar. *Desde los materiales tradicionales a los nuevos materiales y métodos aplicados en la conservación de obras de arte*. *Arbor* 667-668. 577-589 p.

LORÉN GONZÁLEZ, José Francisco. La fotografía aplicada a la reproducción y restauración de obras de arte. Arbor 667-668. 591-198 p.

MARTINEZ GARCIA-OTERO, Silvia Patricia. Agentes de deterioro y alteraciones de las pinturas murales "in situ". Departamento de Tratamiento del IAPH. PH Boletín 34. 201-205 p.

Recursos Online:

COMPLUTECNO. Cartera Tecnológica de la Universidad Complutense de Madrid. [En línea] Universidad Complutense de Madrid. Disponible en: <http://pendientedemigracion.ucm.es/info/otri/complutecno/fichas/tec_cdalmau1.htm> [Fecha de consulta 12 de Junio de 2014]

AGUILAR, Juan. HASBACH, Bárbara. "La restauración de las pinturas murales de Luca Giordano en el Casón del Buen Retiro". Publicación electrónica 2010. [En línea] Disponible en: <http://www.xn--agora-conservacin-vyb.es/02_Murales_Cas%C3%B3n_01.htm> [Fecha de consulta 16 de Junio de 2014]

CARCELÉN, Laura Alba, GONZALEZ MOZO, Ana. *Uso de la luz ultravioleta para el estudio de conservación de la pintura de caballete*. Gabinete de Documentación Técnica, Departamento de restauración, Museo Nacional del Prado. Publicación Congreso. [En línea] Disponible en: <http://ge-iic.com/files/2congresoGE/El_uso_de_la_luz_ultravioleta.pdf> [Fecha de consulta 13 de Junio de 2014]

60

Recursos electrónicos:

¿Qué Es Una Pintura Mural? Recurso Electrónico-DVD]: *Desarrollo De Cuatro Técnicas Murales: Esgrafiado, Óleo, Temple y Fresco*. . SANTAMARINA CAMPOS, Virginia, et al eds., Valencia: Valencia: Editorial UPV, 2006.

ANEXO 1

Características técnicas de las cámaras fotográficas

Fujifilm finepix S3 pro UVIR⁴⁴

Tipo de cámara De lentes intercambiables cámara digital de tipo SLR

Número de píxeles efectivos 12340000 (S-pixel: 6.17million, R-pixel: 6.17million) pixels

Sensor CCD 23.0x15.5mm Súper CCD SR II
Número total de píxeles: 12,9 millones (S-pixel: 6450000, R-pixel: 6450000) píxeles

Número de píxeles grabados Imagen fija: 2848 x 4.256 (12.1million) / 3024 x 2016/2304 x 1536/1, 440 x 960 píxeles

Tarjetas de memoria Slot No.1: xD-Picture Card™ (16 MB - 2 GB)
No.2 Slot: CF / Microdrive™

Formatos de archivo JPEG-DCF compatible (Exif Ver. 2,21 ***)
(Regla de diseño para sistema de archivo de cámara / compatible con DPOF)
CCD-RAW (14 bits)

Modo 512MB

Medios de almacenamiento (4256 x 2848 píxeles)

RAW ANCHA	Aprox. 20
RAW-STD	Aprox. 39
JPEG (FINE)	Aprox. 107
JPEG (NORMAL)	Aprox. 214

61

⁴⁴ Fujifilm. FinePix S3 Pro UVIR Digital Camera Specifications [En línea] Disponible en: <http://www.fujifilmusa.com/support/ServiceSupportProductContent.do?dbid=856957&prodcart=856904&sscucartid=664273> [Fecha de consulta: 27/mayo/2014]

62

	El número de imágenes puede variar ligeramente dependiendo del tipo de sujeto.
Montura del objetivo	Montura Nikon F (con acoplamiento AF, contactos AF)
Objetivos utilizables	Lentes de tipo D / G Nikkor AF: Todas las funciones posibles Nikkor AF que no sea del tipo D / G: Todas las funciones excepto 3D Matrix Metering posible sin CPU: Se puede utilizar en el modo de exposición manual (medidor de exposición no será exacta w/S3 Pro IRUV)
Servo del objetivo	AF servo único (S), AF servo continuo, enfoque manual (M) Seguimiento del enfoque activado automáticamente en el estado del sujeto en AF servo único (S) o AF servo continuo ©
Ángulo de imagen	Approx. 1.5 x longitud focal de 35 mm equivalente en formato
Enfoque automático	Detección de fase TTL (AF automático puede no funcionar bien con S3 PRO IRUV) Rango de detección: EV -1 a EV 19 (equivalente a ISO 100, a temperatura normal) (enfoque manual está recomendado bajo aplicaciones IR) (ver función de vista previa en vivo)
Área de enfoque	Una de las cinco áreas de enfoque se puede seleccionar
Modo zona AF	AF de zona única AF dinámico (Modo AF dinámico con prioridad al sujeto más cercano se encuentra disponible)

Bloqueo de enfoque	El enfoque se bloquea al pulsar el botón AE / AF Lock o pulsando ligeramente el disparador en AF servo único
Obturador	Desplazamiento vertical obturador de plano focal controlado electrónicamente
Tiempo de exposición	30 seg. a 1/4000 seg. Bulbo, contacto X, Max. 1/180 seg.
Sensibilidad	Equivalente a ISO 200/400/800/1600 (Aunque ajuste ISO por debajo de 200 es posible, que no es recomendable)
Sistema de medición de la exposición	Sistema de medición TTL de la exposición de abertura total de tres sistemas de medición seleccionables (limitaciones con la lente usada) Medición matricial 3D 10: EV 0-21 La medición ponderada central: EV 0-21 Medición Spot: EV 2.3
Compensación de la exposición	Rango de ± 3 EV, 1/2 pasos
Modos de exposición	P: Multi-Program automático (programa flexible posible), S: Automático con prioridad, A: Automático con prioridad, M: Manual
Balance de blancos	Automático (BM no es aplicable en condiciones IR) Manual: buen tiempo, nublado, luz fluorescente (luz día), luz fluorescente (luz blanca cálida), luz fluorescente (luz blanca fría), luz incandescente, Custom1, Custom2
Visor	Para enfocar la función de uso de la cámara Live Preview LCD si los filtros UV de lentes oscuros y IR están en su lugar. pentaprismo eyelevel fijo, una función de ajuste de dioptrías

	(-2,0 a 1 a 1,0 m-1) Cobertura del encuadre: Approx.93% en vertical , Aprox.95% en horizontal
Punto de vista	24 mm
Pantalla de enfoque	Pantalla transparente mate II con marcas de enfoque y líneas de cuadrícula en demanda capaces de mostrar
Información del visor	Indicaciones de enfoque, sistema de medición, bloqueo AE, velocidad de obturación, diafragma, modo de exposición, Electrónica exposición analógica / pantalla de compensación de exposición, contador de fotogramas / valor de compensación de exposición, Ready-luz, exposición múltiple, área de enfoque, compensación de la exposición con flash, cinco conjuntos de centrarse corchetes (área) / Área de medición puntual, medición ponderada central, las líneas en-demanda de la red capaces de mostrar
Panel LCD (panel superior) pantalla	Valor de compensación de la velocidad de obturación / exposición, apertura, compensación de la exposición, la compensación de la exposición con flash, la exposición Horquillado auto, horquillado gráficos de barras, programa flexible, modo de sincronización del flash, modo de zona AF Área de enfoque, la energía de la batería
Monitor LCD	2.0 pulgadas TFT de polisilicio de baja temperatura (aprox. 235.000 píxeles, de tipo LCD de pantalla ancha, aprox. Cobertura del 100%)
El flash incorporado	Guía No.12 (ISO 100, m), la cobertura del flash: 20 mm o más lentes
Sincronización del flash, modo	Sincronización a la cortinilla delantera (sincronización normal), Reducción de ojos rojos, reducción de ojos rojos con sincronización lenta, sincronización lenta, sincronización a la cortina trasera

La luz de preparado	Se ilumina cuando el flash totalmente cargada con flash incorporado Parpadea durante 3 s. para la alerta máxima potencia
Zapata de accesorios	De tipo ISO estándar con Zapata de contactos (bloqueo de seguridad suministrado)
A distancia de lanzamiento	Disparador electrónico
Autodisparador	Con control electrónico: duración del temporizador: 20sec./10sec./5sec./2sec.
Salida de vídeo	NTSC / PAL seleccionable
Interfaz digital	USB 2.0 (alta velocidad) para el almacenamiento de datos, IEEE1394 para el almacenamiento y disparos de datos
Contacto Sync	Sólo contacto X: la sincronización del flash de hasta 1/180 seg.
Fuente de energía	4 tipo AA baterías de Ni-MH (compartir el poder con el cuerpo de la cámara), Adaptador de CA AV-5VX (opcional)
Dimensiones	147.8 (W) x 135.3 (H) x 78.5 (D) mm/5.8 (W) x 5.3 (H) x 3.1 (D) pulgadas
Peso	Approx.815g/28.7oz. (Excluyendo batería y lente)
Modos de disparo	Fotograma a fotograma disparar Disparo continuo de gama D: modo STD: Max.2.5 marcos / sec RAW: hasta máx. 7 marcos, JPEG: Hasta un máx. 12 cuadros de gama D: Modo WIDE: RAW, marcos Max.1.4 / seg. Hasta 3 fotogramas JPEG, marco Max.1 / seg. Hasta 6 cuadros

<p>Fuente de energía</p>	<p>modo de vista previa / exposición múltiple</p> <p>Color ----- ALTO / STD / ORG / B & W</p> <p>Simulación de película ----- FILM SIMULACIÓN F1 / F2</p> <p>Espacio de color sRGB ----- / Adobe- RGB</p> <p>Contraste ----- ALTA / EST / ORG</p> <p>nitidez ----- ALTA / EST / ORG</p> <p>D-range ----- --- GRAN ANGULAR: AUTO / ANCHA 1 / ANCHA 2</p> <p>STD</p>
<p>Funciones de reproducción</p>	<p>Fotograma a fotograma / Miniaturas en 9 segmentos</p> <p>Zoom de reproducción / indicación de histograma / esquema estándar</p>
<p>Accesorios incluidos</p>	<p>4 pilas tipo AA Ni-MH, cargador de batería para las baterías de Ni-MH,</p> <p>Correa para el hombro, tapa del cuerpo, tapa del ocular, tapa del LCD,</p> <p>Titular de cable, cable USB (con el filtro), IEEE 1394, cable de vídeo</p> <p>CD-ROM: controlador USB, FinePixViewer, ImageMixer VCD2 para FinePix, archivo RAW Converter LE</p>
<p>Renuncia</p>	<p>S3 Pro UVIR 's Enfoque automático y exposición automática puede no funcionar correctamente debido a la amplia gama de condiciones de iluminación entre la radiación UV e IR.</p> <p>Se requiere manual de la exposición y el enfoque.</p>

Sony Alpha 7R, especificaciones técnicas⁴⁵

Software

Compatibilidad del sistema operativo: Image Data Converter 4.0: Microsoft Windows[®] Vista[®] SP2, Windows[®] 7 SP1, Windows[®] 8 (Pentium 4 o más rápido) Mac OS X (10.6 a 10.8) (Intel Core Solo / Core Duo / Core 2 Duo o más rápido)
 PlayMemories Home: Microsoft Windows[®] Vista[®] SP2, Windows[®] 7 SP1, Windows[®] 8 (Pentium III 800 MHz o más rápido; para películas HD reproducir / editar: Intel Core Duo 1,66 GHz o más rápido / Intel Core 2 Duo 1,66 GHz o más rápido, Intel Core 2 Duo 2,26 GHz o más rápido (AVC HD (FX / FH)) Mac OS X (10.6 a 10.8) (Intel Core Solo / Core Duo / Core 2 Duo o superior)

Software incluido: Software suministrado: PlayMemories Home, Data Image Converter Versión 4

67

Funciones avanzadas

La estabilización de imagen: basada en Lens (en su caso)
 Auto High Dynamic Range: Sí, (Diferencia de exposición automática, Nivel diferencia de la exposición (1-6 EV en 1,0 EV), off)
 Panorámica de barrido: Horizontal (Wide / estándar), Vertical (Wide / estándar)
 Anti movimiento: Sí
 Auto Inteligente: Sí
 Detección de rostros: On, Off, Registro Face, Selección de Caras; máximos de ocho caras detectadas
 Tecnología Smile Shutter[™]: Sonrisa del obturador (seleccionable de 3 etapas)
 Establecimiento de Prioridades (para detección de caras): Sí (ocho caras max)

⁴⁵ A7R (Alpha 7R) Interchangeable Lens Camera - ILCE7R/B Review - Sony US [En línea] Disponible en: <<http://store.sony.com/a7r-full-frame-mirrorless-camera-zid27-ILCE7R/B/cat-27-catid-All-Alpha-NEX-Cameras>> [Fecha de consulta: 27/mayo/2014]

Cámara

Auto Superior: Sí

Enfoque de seguimiento: Sí

Tipo de cámara: Cámara sin espejo Objetivo intercambiable

Compatibilidad Lente: Sony E-mount Encuadre completo, operación con lentes Minolta / Konica Minolta Maxxum A-mount confirmó a través de adaptador opcional LA-EA3/LA-EA4 9

Tipo de lente Montura: Sony E-mount Full Frame

Color: Negro

Características convenientes

Medios de comunicación / Indicador de batería: Sí

Imagen fija Opciones de reproducción: Soltero (con o sin la información de disparo, histograma RGB y luces / advertencia sombra), la vista del índice 9/25-frame, modo de visualización ampliada (ampliación máxima L: 23.0x, M: 15.0x, S: 11.5x), la revisión automática (10/5/2 seg, apagado), la orientación de la imagen (Auto / Manual / Apagado seleccionable), presentación de diapositivas, Panorama de desplazamiento, selección de carpetas (Fija / Fecha / MP4 / AVCHD), Forward / Rewind (Película), La cancelación, protege de:

Opciones de reproducción de vídeo: Forward / Rewind (Película)

Temporizador: Sí

Modo de ahorro de energía: Sí

Reducción de ojos rojos: Sí

Erase / Proteger: Sí

Lenguaje Múltiple Pantalla: Sí

Sistema de transmisión	<p>Velocidad de toma continua: Disparo continuo: Max. 1,5 fps, prioridad de velocidad de disparo continuo: Max. 4.0fps</p> <p>Velocidades de obturación: 1/8000 a 30 segundos y la bombilla</p> <p>Disparador automático: 2 seg. o de 10 seg. Retraso</p> <p>Tipo de obturación: controlado electrónicamente, transversal vertical, obturador de plano focal</p> <p>Modo de transmisión: Disparo único, disparo continuo, prioridad de velocidad de disparo continuo, disparador automático (10/2 segundos de retardo seleccionable), disparador automático (Cont.) (. 10 seg demora; 03.05 exposiciones seleccionable), horquillado (Cont. , Single, balance de blancos, DRO)</p>
Sistema de exposición	<p>D-Range Optimizer: Off, Dynamic Range Optimizer (Auto / Nivel (1-5)), Auto High Dynamic Range: Diferencia de exposición automática, diferencia de nivel de exposición (1,0 a 6,0 EV, 1,0 EV)</p> <p>Bloqueo automático de la exposición: disponible con botón de bloqueo AE. Bloqueado cuando se presiona el disparador hasta la mitad. Se puede desactivar en el menú.</p> <p>Compensación de la exposición: + / -5,0 EV (en 1/3 EV o 1/2 EV), con dial de compensación de la exposición: + / -3,0 EV (1/3 EV)</p> <p>Efecto de foto (s): 13 Modos: posterización (Color, B / W), Pop color, Foto Retro, Color parcial (R, G, B, Y), High Contrast Monocromo, cámara de juguete, Soft Clave alta, Enfoque Suave , Pintura HDR, Monocromo Rich-tono, miniatura, de la acuarela, Ilustración</p> <p>Ajustes de exposición: Auto (iAuto, Superior Auto), AE programado (P), Prioridad de apertura (A), la prioridad de la velocidad de obturación (S), Manual (M), Selección de</p>

escenas, Sweep Panorama, Película

Modo (s) de escena: Retrato, Paisaje, Macro, Deportes de Acción, Puesta de sol, Retrato Nocturno, Escena Nocturna, Crepúsculo manual, Anti movimiento

Modos de medición: multi-segmento, ponderada al centro, puntual

Medición Sensibilidad: EV 0 a 20 EV (equivalente a ISO 100, con lente F2.8 adjunto)

Medición: 1200-zone Avanzada medición evaluativa

ISO: Imágenes fijas: ISO 100-25600 (números ISO desde ISO 50 hasta pueden establecerse como rango ISO ampliado), AUTO (ISO 100-6400, seleccionables límite y límite superior inferior) Películas: ISO 200 hasta 25.600 equivalentes, AUTO (ISO 200-6400 equivalente)

Reducción de ruido: NR exposición prolongada: Encendido / Apagado, disponible en velocidades de obturación mayores a 1 segundo, High ISO NR: Normal / Bajo / Apagado seleccionable

Estilo creativo: Estándar, Vívido, Neutro, claro, profundo, luz, Retrato, Paisaje, Puesta de sol, escena nocturna, hojas de otoño, en Blanco y Negro, Sepia (Contraste -3-3 pasos, Saturación -3-3 pasos, nitidez -3-3 pasos)

Temperatura de color: 2500 - 9900K con 15 pasos cada uno / una compensación Verde Magenta (G7 a M7), Ámbar / Azul (A7 a B7), Custom

Balance de blancos Modo: Auto WB / Luz del día / Sombra / Nublado / Incandescente / Fluorescente (/ refresca el blanco caliente blanco / blanco día / Luz del día) Temperatura / Flash / Color (2500 a 9900K) y filtro de color (G7 a M7: 15 pasos, A7 a B7: 15 pasos) / Personalizado / Submarino

Horquillado de exposición: Con 3 fotogramas en 1/3 EV, 1/2 EV, 2/3 EV, 1,0 EV, 2,0 EV o incrementos de 3,0 EV. Con 5 fotogramas en 1/3 EV, 1/2 EV o incrementos de 2/3 EV

Flash

Horquillado del flash: Con el flash externo opcional: 1/3, 1/2, 2/3, 1, 2, 3 EV, 3.5 EV marcos (1.0/2.0/3.0: sólo 3 fotogramas) seleccionable

Flash Sistema dosificador: Con el flash externo opcional: Pre-flash TTL

Compensación del flash: Con el flash externo opcional: $\pm 3,0$ EV (seleccionable entre 1/3 y 1/2 EV)

Modos de flash: Con opcional de flash externo: Flash apagado, flash automático, flash de relleno, sincronización trasera, sincronización lenta, reducción de ojos rojos (On / Off), sincronización de alta velocidad, Wireless.

Cobertura del flash: Con el flash externo opcional: 16 mm (distancia focal impresa en el cuerpo de la lente)

Tipo de flash: flash externo opcional

Enfoque de Control

Focus Features: Bloqueo a la AF, AF Eye, Bloqueo de enfoque, AF Eye-Start (sólo disponible con la opción de LA-EA2 o LA-EA4 adjunta), el iluminador AF (built-in, tipo LED, rango: Aprox 0.30-3m), AF micro ajuste, AF ON

Enfoque manual Assist: 35mm full frame: 7.2x, 14.4x APS-C: 4.7x, 9.4x

Iluminador AF: Sí (con una función de tipo LED)

Enfoque Sensibilidad: EV 0 a 20 EV (equivalente a ISO 100, con lente F2.8 adjunto)

Área de enfoque: Multipunto (25 puntos) / Puntual Pond central / Flexible (S / M / L) / Zona

Puntos de enfoque: 25 puntos (de detección de contraste AF)

Modos AF: AF de disparo simple (AF-S), AF continuo (AF-C), Enfoque manual directo (DMF), Enfoque Manual

Sensor de imagen

Sistema de enfoque: AF de detección de contraste

Píxel bruto: 36,8 megapíxeles (aprox.)

Color Sistema de filtro: filtros de color RGB primaria

Resolución efectiva de imagen: 36,3 megapíxeles (aprox.)

Lucha contra el polvo: Charge revestimiento de protección en el filtro óptico y mecanismo de vibración ultrasónica

Sensor de imagen: sensor Exmor CMOS (35,9 x 24,0 mm)

Procesador: BIONZ[®] procesador de imagen X

Interfaz

NFC: Sí (compatible Tipo NFC Forum 3 Tag, a distancia de un solo toque, el intercambio de una sola pulsación)

DC IN: Sí vía opcional AC-PW20AM (se vende por separado)

Ranura para tarjeta de memoria: Memory Stick PRO Duo, Memory Stick PRO-HG Duo, Memory Stick XC-HG Duo, tarjeta de memoria SD, tarjeta de memoria SDHC (UHS-I compatible), tarjeta de memoria SDXC (UHS-I compatible)

Salida HD: HDMI[®] conector micro Tipo D

Zapata de accesorios: Sí, a través de zapatos multi Interfaz

A V Terminal / Remoto: Sí, a través de interfaz Multi Terminal

Compatible con PictBridge: Sí

Montaje de trípode: Sí, 1/4 "(20 hilos)

Mando a distancia: Sí, a través opcional RM-VPR1

PhotoTV HD: Sí, con BRAVIA Sync activado HDTV y HDMI[®] Cable

Puerto (s) USB: USB 2.0 de alta velocidad (de almacenamiento masivo, MTP)

BRAVIA[®] Sync[™]: Sí, a través de HDMI[®] con HDTV

Display LCD

BRAVIA compatible (menú link)

Interface Shoe múltiple: Sí

Toma de auriculares: Sí

Entrada de micrófono: Sí

Wired: Sí, a través opcional RM-VPR1

Pico: Sí (configuración de nivel: Alto / Medio / Bajo / Apagado, Color: blanco / rojo / amarillo)

Visualización de ajuste de imagen en tiempo real: Sí (On / Off)

Tipo del LCD: 3,0 "(7,5 cm) TFT LCD (921.600 puntos) con un diseño inclinable

Cobertura: 100%

Histograma: Sí (On / Off)

Live View: Continuo Live View

Control de brillo: Manual (5 pasos entre -2 a +2), el modo de Tiempo Soleado

Rejilla Pantalla: Pantalla gráfica / pantalla Toda la información. / No Disp. Información. / Gauge Histograma / Nivel Digital / información de disparo para el modo de visor

Personalización: de cuadrícula, histograma, Indicador de nivel digital, Cuadrícula, pantalla ampliada para la reproducción

La compensación de la lente

La compensación de la lente: Shading periférica, la aberración cromática, distorsión

Óptica / Lentes

Enfoque manual directo: Sí

	<p>Tipo de Lente: Sony E-mount Full Frame</p> <p>Zoom digital: Sí, aprox. 4x</p> <p>Tipo de lente Montura: Sony E-mount Full Frame</p> <p>Compensación EV: + / -5,0 EV (en 1/3 EV o 1/2 EV), con dial de compensación de la exposición: + / -3,0 EV (1/3 EV)</p> <p>Acabado exterior: Negro</p>
Potencia	<p>Tipo de batería: InfoLITHIUM[®] NP-FW50 (7.2V)</p> <p>Requisitos de alimentación: Una batería recargable (NP-FW50)</p> <p>Número de imágenes fijas: aprox. 340 imágenes con la pantalla LCD (estándar CIPA)</p> <p>Capacidad de la batería: 1080 mAh</p> <p>Alimentación externa: Sí vía opcional AC-PW20AM (se vende por separado)</p> <p>Estándares compatibles: Exif Print, Print Image Matching III, ajuste DPOF</p>
Grabación	<p>Panorama Tamaño de imagen: Horizontal Gran angular: 12416 x 1856 (23M) Horizontal Std.: 8192 x 1856 (15M) Vertical Ancho: 2160 x 5536 (12M) Std. vertical.: 2160 x 3872 (8,4 M)</p> <p>Resolución de vídeo: AVCHD[™]: PS - 1920 x 1080/60p @ 28Mbps FX - 1920 x 1080/60i @ 24 Mbps FH - 1920 x 1080/60i @ 17Mbps FX - 1920 x 1080/24p @ 24 Mbps FH - 1920 x 1080/24p @ 17Mbps MP4: HD - 1440 x 1080/30p @ 12Mbps VGA - 640 x 480/30p @ 3Mbps</p> <p>Formato de audio: Dolby Digital (AC-3) / MPEG-4 AAC-LC</p> <p>Modo de vídeo: formato AVCHD Ver.. 2.0 / MP4</p> <p>Espacio de color: Still: sRGB estándar (con sYCC gama) y el</p>

	<p>estándar Adobe RGB compatible con TRILUMINOS™ Color de la película: estándar xvYCC (xvColor™ cuando se conecta a través del cable HDMI) compatible con el color TRILUMINOS™</p> <p>Tamaño de imagen 16:9: 35mm full frame: L: 7360 x 4144 (30M), M: 4800 x 2704 (13M), S: 3680 x 2072 (7.6M) APS-C: L: 4800 x 3200 (15M) , M: 3680 x 2456 (9,0 M), S: 2400 x 1600 (3,8 M)</p> <p>Tamaño de imagen fija 03:02: 35mm full frame: L: 7360 x 4912 (36M), M: 4800 x 3200 (15M), S: 3680 x 2456 (9,0 M) APS-C: L: 4800 x 3200 (15M) , M: 3680 x 2456 (9,0 M), S: 2400 x 1600 (3,8 M)</p> <p>Modo de imagen fija: RAW, RAW y JPEG, JPEG extra fina, JPEG buena, JPEG estándar</p> <p>Tipo de medios: Memory Stick PRO Duo, Memory Stick PRO-HG Duo, Memory Stick XC-HG Duo, tarjeta de memoria SD, tarjeta de memoria SDHC (UHS-I compatible), tarjeta de memoria SDXC (UHS-I compatible)</p> <p>Imagen fija Resolución máxima efectiva: 36,4 Megapíxeles</p> <p>Señal de vídeo: NTSC en color, estándares EIA</p> <p>Micrófono / Altavoz: Micrófono estéreo o ECM-CG50 / XLR-K1M (se vende por separado) / Altavoz monoaural; ajustes de volumen en 8 pasos entre 0 y 7</p> <p>Imagen fija Formato de archivo: JPEG (. DCF Ver., Exif Ver.2.3, compatible con MPF Baseline 2.0), RAW (formato Sony ARW 2.3)</p> <p>14bit RAW: Sí</p>
Servicio y garantía	1 año en piezas y mano de obra: Limited Plazo de Garantía
Visor	Pantalla: Disp. Información Básica, Histograma

76

Pesos y Medidas**Wi-Fi**

Control de brillo: Auto / Manual (3 escalones entre -1 y 1)

Visor electrónico 1/2-pulgada (1.30 cm) de color XGA OLED:
Tipo

Campo de visión: 100%

Ampliación: Aprox. 0,71 x con objetivo de 50 mm a infinito, -1 m-1 (dioptrías)

Ajuste de dioptrías: -4.0 m-1 ~ 3,0 m-1 (dioptrías)

Peso (aproximado) (Unidad principal): Aprox. 14,4 oz (407 g)

Dimensiones (Aprox.): Aprox. 5 x 3-3/4 x 1-15/16 "(126,9 x 94,4 x 48,2 mm) (W / H / D) sin incluir los salientes

Peso (aprox.): Con la batería y Memory Stick PRO Duo
Aprox. £ 1 0,4 oz (465 g)

PlayMemories Aplicaciones de la cámara: Sí

Ver en la TV: Sí

Enviar a la computadora: Sí

Ver en el Smartphone: Sí

ANEXO 2

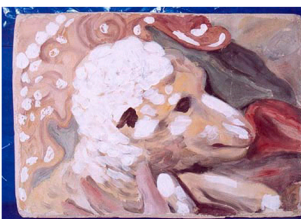
Probetas: Registro ultravioleta y visible. Índice fotográfico.



INICIAL.JPG



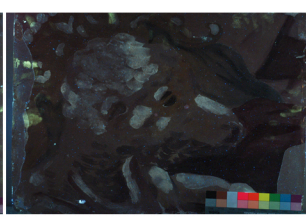
INICIAL2.JPG



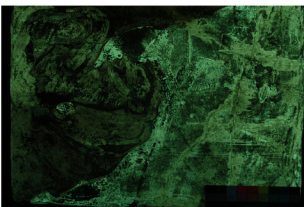
INICIAL3.JPG



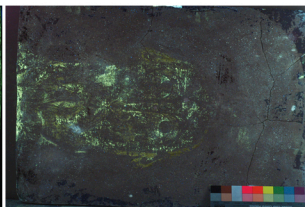
Probeta 1.TIF



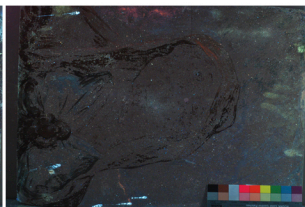
Probeta 12.TIF



Probeta 14.TIF



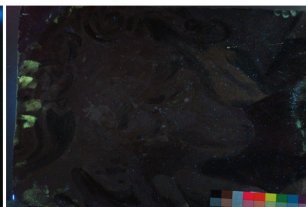
Probeta 16.TIF



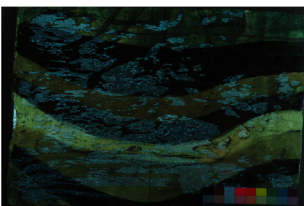
Probeta 17.TIF



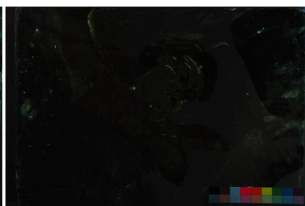
Probeta 18.TIF



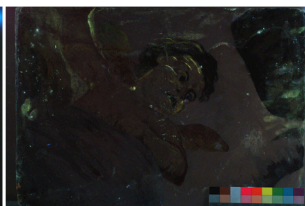
Probeta 2.TIF



Probeta 20.TIF



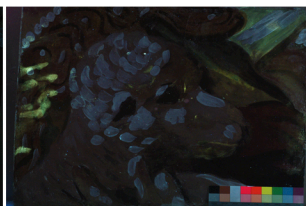
Probeta 21.TIF



Probeta 21bis.TIF



Probeta 22.TIF



Probeta 22bis.TIF



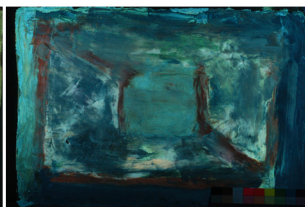
Probeta 24.TIF



Probeta 24bis.TIF



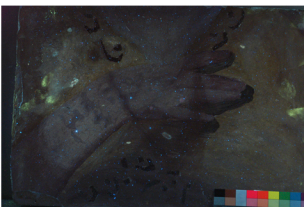
Probeta 25 Caseina...



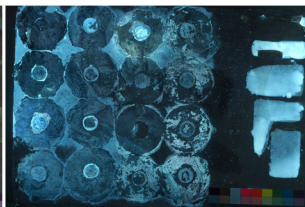
Probeta 28.TIF



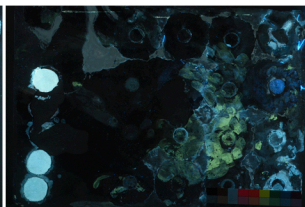
Probeta 29 Acrílico...



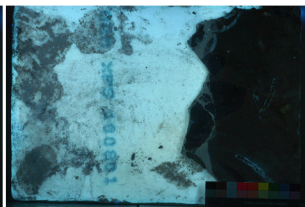
Probeta 3.TIF



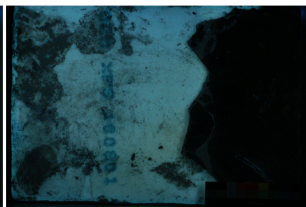
Probeta 31.TIF



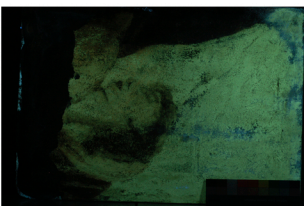
Probeta 32.TIF



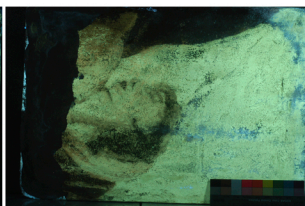
Probeta 33.TIF



Probeta 33bis.TIF



Probeta 34.TIF



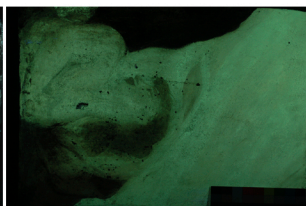
Probeta 34bis.TIF



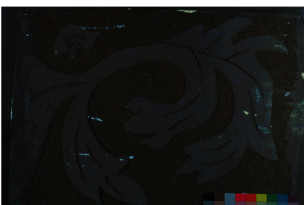
Probeta 36.TIF



Probeta 37.TIF



Probeta 4 temple d...



Probeta 41.TIF



Probeta 42.TIF



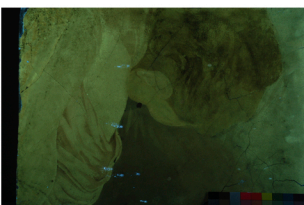
Probeta 44.TIF



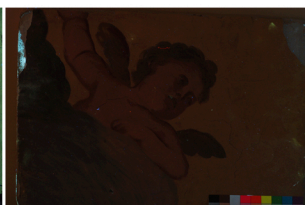
Probeta 45.TIF



Probeta 49.TIF



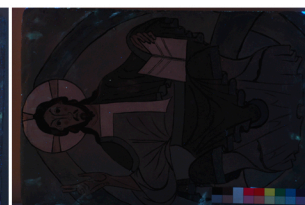
Probeta 5.TIF



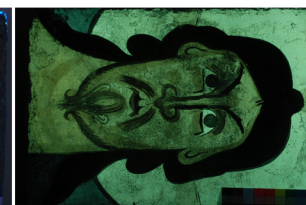
Probeta 50.TIF



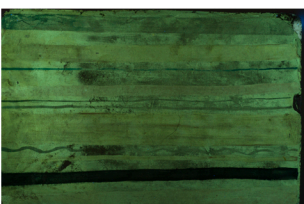
Probeta 55.TIF



Probeta 59.TIF



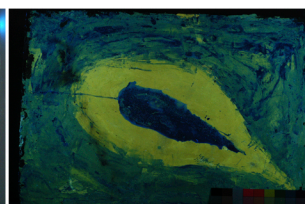
Probeta 6 temple d...



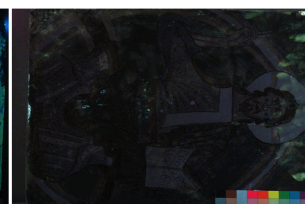
Probeta 60.NEF



Probeta 7 óleo.TIF



Probeta 8 Encaustic...

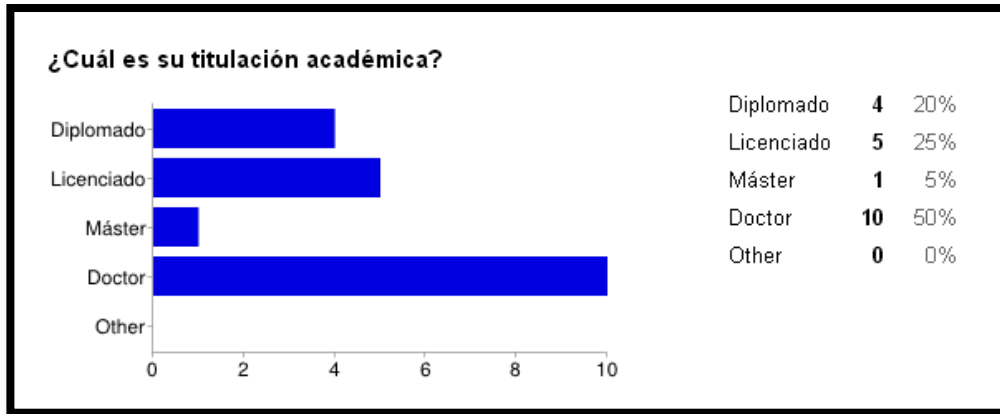


Probeta 9 Acrilico.TIF

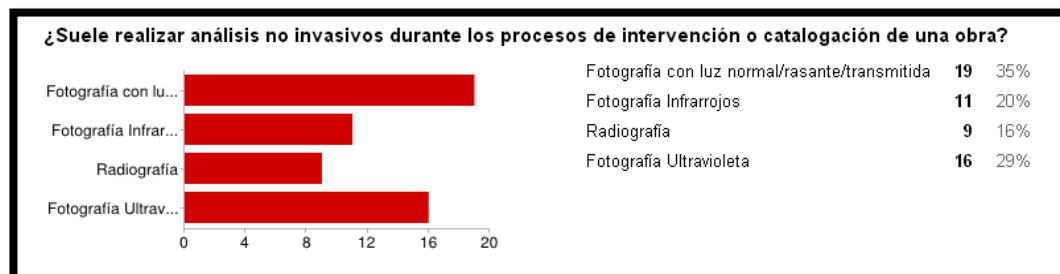
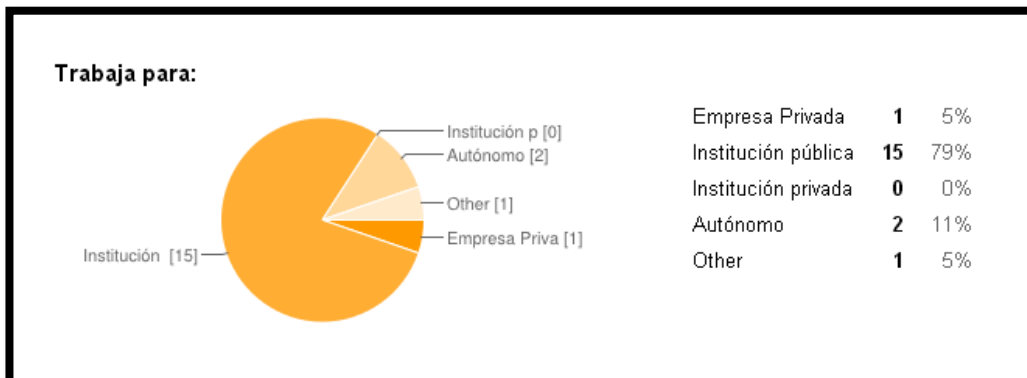
ANEXO 3

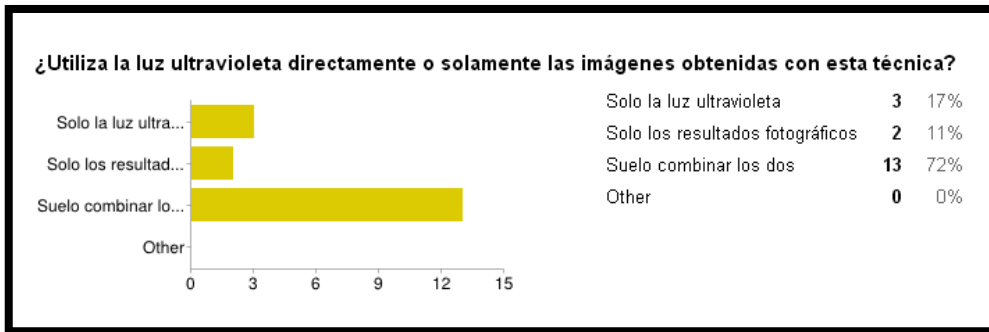
Encuesta. Gráficos del sondeo: Uso de Infrarrojo y ultravioleta en la conservación y restauración de Patrimonio.

Enlace directo a la encuesta: <<https://docs.google.com/forms/d/1Qm3txsjzk7H-rrfD3hU48e2YtY684mOmVTituVBDJ8/prefill>>

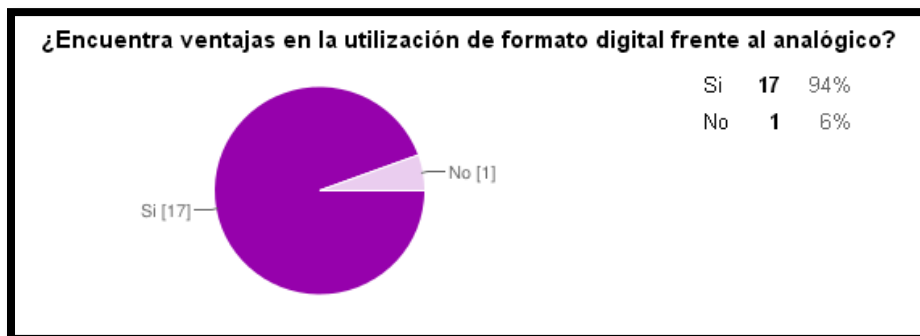
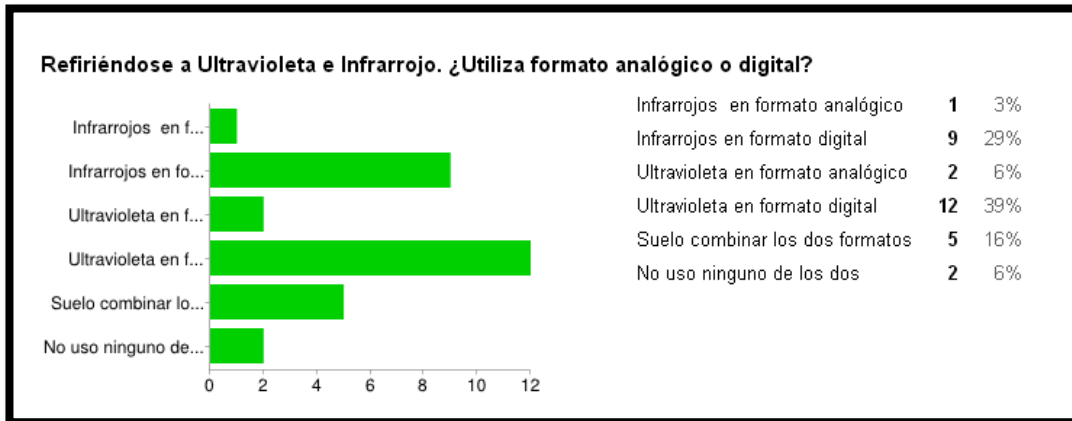


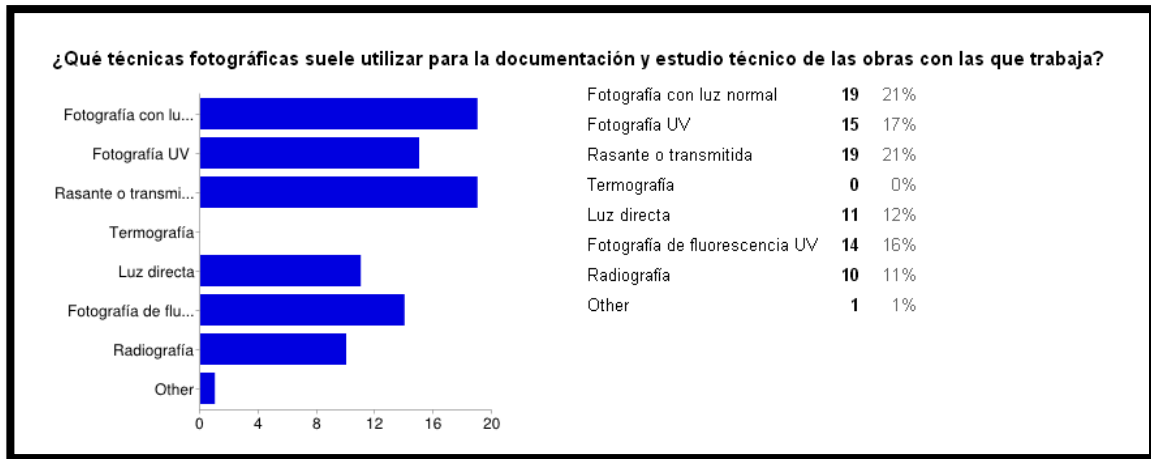
78



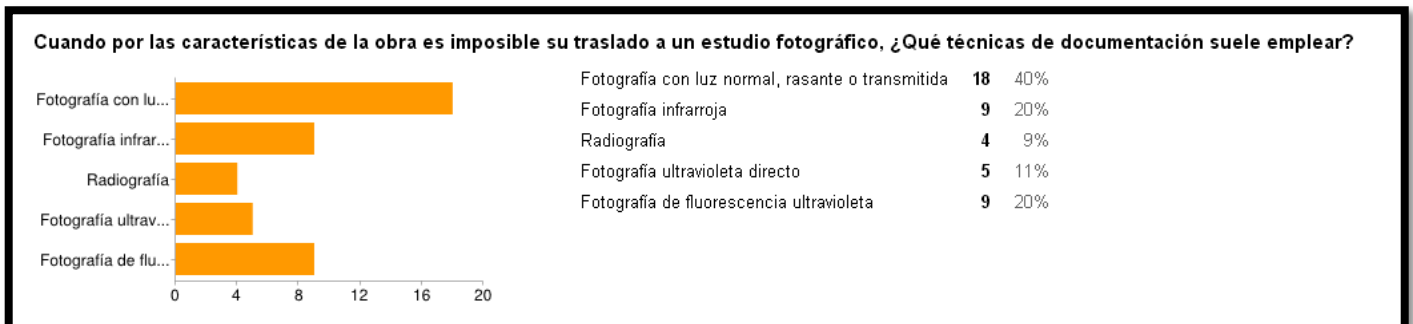
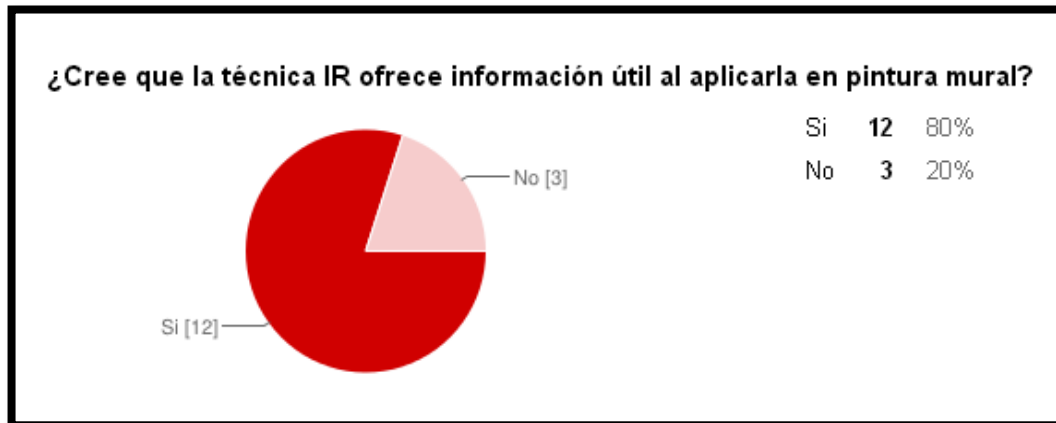


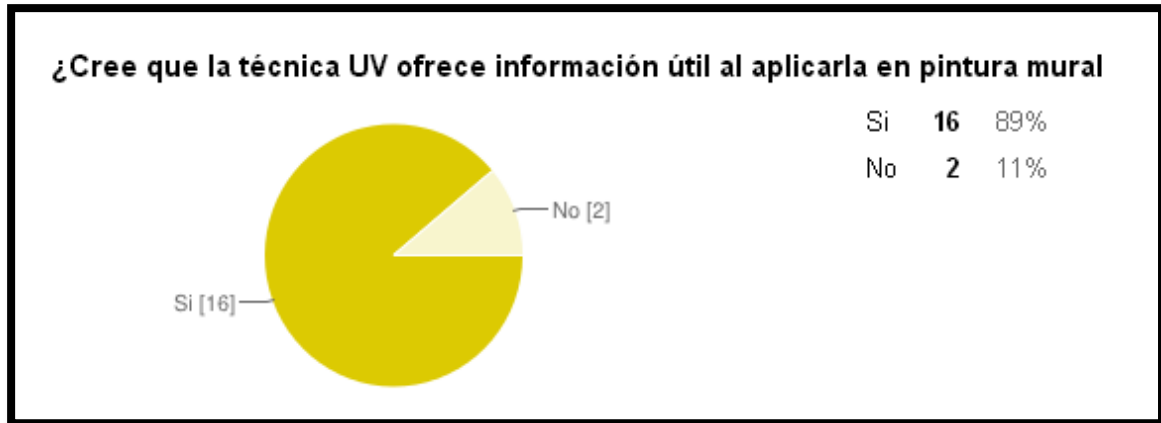
79





80





81

