REAL INSTITUTO Y OBSERVATORIO DE LA ARMADA EN SAN FERNANDO
BOLETÍN ROA N.º 3/2021

Proyecto de investigación, restauración y conservación del antiguo fondo fotográfico del Real Instituto y Observatorio de la Armada

MINISTERIO DE DEFENSA

REAL INSTITUTO Y OBSERVATORIO DE LA ARMADA EN SAN FERNANDO

BOLETIN ROA Nº 3/2021

EL REAL INSTITUTO Y OBSERVATORIO DE LA ARMADA. PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, RESTAURACIÓN Y CONSERVACIÓN DEL ANTIGUO FONDO FOTOGRÁFICO

MINISTERIO DE DEFENSA

Catálogo de Publicaciones de Defensa
https://publicaciones.defensa.gob.es

Catálogo de Publicaciones de la Administración General del Estado
https://cpage.mpr.gob.es

publicaciones.defensa.gob.es
cpage.mpr.gob.es

Edita:

MINISTERIO DE DEFENSA
SUBSECRETARÍA DE DEFENSA
SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA

Paseo de la Castellana 109, 28046 Madrid

© Autor y editor, 2021

NIPO 083-22-024-8 (impresión bajo demanda)
Colección: ROA, ISSN 1131-5040

NIPO 083-22-025-3 (edición en línea)

Fecha de edición: diciembre de 2021
Maqueta e imprime: Imprenta Ministerio de Defensa

Las opiniones emitidas en esta publicación son exclusiva responsabilidad del autor de la misma.
Los derechos de explotación de esta obra están amparados por la Ley de Propiedad Intelectual. Ninguna de las partes de la misma puede ser reproducida, almacenada ni transmitida en ninguna forma ni por medio alguno, electrónico, mecánico o de grabación, incluido fotocopias, o por cualquier otra forma, sin permiso previo, expreso y por escrito de los titulares del copyright ©.

En esta edición se ha utilizado papel 100% libre de cloro procedente de bosques gestionados de forma sostenible.

Foto portada:

Fachada del Edificio Principal del Real Instituto y Observatorio de la Armada en San Fernando (siglo XVIII).

EL REAL INSTITUTO Y OBSERVATORIO DE LA ARMADA. PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, RESTAURACIÓN Y CONSERVACIÓN DEL ANTIGUO FONDO FOTOGRÁFICO

Autor: Gabriella De Florio
Colaborador: Francisco José González

Índice

Resumen/ Abstract **3**

1.- **Prólogo** **5**

2.- **Introducción: la astrofotografía en el ROA** **6**
2.1.- Los inicios de la fotografía astronómica 6
2.2.- El proyecto internacional de la Carta del Cielo 7
2.3.- El Observatorio de San Fernando y la Carta del Cielo 9
2.4.- La astrofotografía y el patrimonio cultural del ROA 13

3.- **Justificación** **14**
3.1.- Objetivos 16
3.2.- Metodología 16

4.- **Características de las técnicas fotográficas y su aplicación a la Astronomía** **17**
4.1. Identificación de las técnicas fotográficas: desde el daguerrotipo a la revolución del siglo XX 19
4.1.1.- Procedimientos positivos únicos: daguerrotipo, ambrotipo, ferrotipo 23
4.1.2.- Procesos de impresión argénticos: papel a la sal, papel albúmina, fotografía estereoscópica, aristotipos (p.o.p), papel a la gelatina (d.o.p.), papel de polietileno (pet), color 25
4.1.3.- Procesos de impresión no argénticos 35
4.1.4.- Negativos fotográficos 38

5.- **Proyecto de conservación preventiva del fondo histórico fotográfico del ROA** **40**
5.1.- Descripción del fondo histórico fotográfico del ROA 43
5.2.- Proyecto de conservación preventiva. primera fase: identificación del estado de degradación y realización de un inventario 45
A) Causas de degradación: factores internos 46
B) Causas de degradación: factores externos 48
5.2.1.- Propuesta de condiciones de instalación 53
5.2.2.- Inventario 54
5.3.- Proyecto de conservación preventiva. segunda fase: identificación de las antiguas técnicas fotográficas 55
5.4.- Proyecto de conservación preventiva. tercera fase: intervención de restauración para la limpieza de los negativos en placas de vidrio 59
5.5.- Proyecto de conservación preventiva. cuarta fase: acondicionamiento en cajas y sobres con material idóneo para la conservación de la fotografía 67

6.- **Investigación para la identificación cronológica de negativos de un eclipse total de Sol** **70**
6.1.- Investigación en archivo del eclipse total de Sol del 18 de julio 1860 71
6.2.- Investigación en archivo del eclipse total de Sol del 22 de diciembre de 1870 78
6.3.- Investigación en archivo del eclipse total de Sol del 29 de julio 1878 85
6.3.1. Descripción técnica de la toma fotográfica para documentar el eclipse de Sol de 29 de julio 1878 93

7.- **Conclusiones** …….. **99**

8.- **Fuentes** …… **104**

9.- **Bibliografía** …….. **104**

10.- **Enlaces de interés** …… **106**

Resumen

Desde el año 1870, el Real Instituto y Observatorio de la Armada deviene el centro más importante de toda España por su atención al medio fotográfico, asignando a la fotografía un relevante peso como documento principal para su labor.

La astrofotografía es una técnica que fundamentalmente ha servido para materializar visualmente los estudios y cálculos de los astrónomos durante las diferentes observaciones y expediciones realizadas. También ha sido utilizada para catalogar y asignar en un mapa la posición de millones de estrellas, objetivo principal del proyecto internacional la *Carta del Cielo* empezado en 1890, donde el ROA aporta a pleno ritmo su producción fotográfica. En relación a este proyecto tan importante que ha previsto la colaboración y coordinación de diferentes Observatorios de todo el mundo, el trabajo publicado en este boletín presenta en el capítulo de la introducción una colaboración de Francisco José González González, Director técnico de la Biblioteca y el Archivo del ROA entre 1983 y 2020. En ella el Dr. González, inmensamente apreciado por su valiosa aportación, nos hace comprender la importancia del desarrollo de la fotografía astronómica y la participación del Real Instituto y Observatorio de la Armada en el proyecto astrofotográfico internacional de *la Carta del Cielo*.

En noviembre 2020, el proyecto *El Real Instituto y Observatorio de la Armada. Proyecto de investigación, restauración y conservación del antiguo fondo fotográfico* ha sido argumento de tesis del Máster Universitario en *Documentos y Libros. Archivos y Bibliotecas* de la Universidad de Sevilla. Desde diciembre 2020 hasta abril 2021 se ha contratado a la autora para una asistencia técnica que ha previsto la puesta en marcha del proyecto dirigido a la conservación y restauración del Antiguo Fondo Fotográfico del Real Instituto y Observatorio de la Armada. La propuesta de conservación se plantea como modelo general para salvaguardar la totalidad del fondo fotográfico del ROA y para conseguirlo pretende analizar las causas de la degradación del fondo fotográfico programando intervenciones de restauración y conservación. El trabajo presentado es un acercamiento teórico y práctico a la problemática de la conservación y preservación de los fondos fotográficos y tendrá como unidad de observación el análisis del estado de degradación y su intervención conservativa. Como medida para la mejora del su patrimonio fotográfico, se propone al Real Instituto y Observatorio de la Armada la redacción de un proyecto de conservación de la fotografía dividido en fases de prioridad. Una parte del trabajo trata, además, sobre la investigación en el archivo, utilizando una metodología basada en un análisis histórico-crítico que es aplicado a una parte concreta del fondo fotográfico.

Abstract

Since 1870, the Royal Institute and Observatory of the Spanish Navy has become the most important Spanish centre for photography, giving it a crucial role as the principal way of documenting its activity.

Astrophotography is a technique that has basically served the purpose of making studies and calculations of astronomers visual, during various observations and expeditions. It has also been used to catalogue and map the position of millions of stars, which was the

main purpose of the international project called *Sky Chart,* when the ROA started producing astronomical imaging at a fast pace in 1890. In relation to this important project which involved the collaboration and coordination of various Observatories in the world, the work published in this bulletin presents in the introductory chapter a collaboration of Francisco José González González, technical director of the Library and the Archive of ROA since 1983 to 2020. Here, Dr. González, immensely appreciated for his contribute, leads us to understand the importance of the development of astronomical photography and the participation of the Royal Institute and Observatory of the Spanish Navy in the international astrophotographic project *Sky Chart.*

In November 2020 the work *The Royal Institute and Observatory of the Spanish Navy. A project of research, restoration and conservation for the ancient photography fund* has been the topic of the Master's Degree thesis in *Documents and books, archives and libraries* at the University of Seville. From December 2020 to April 2021, the author was asked for technical assistance to initiate the project of conservation and restoration of the Royal Institute and Observatory of the Spanish Navy ancient photography fund. The proposal of preservation is offered as a general scheme to safeguard the whole ROA photography collection; to achieve this, it aims to analyze the causes of the degradation of the photographic collection by planning restoration and conservation interventions. The work presented is a theoretical and practical approach to the problem of conservation and preservation of photographic funds and will consider as a unit of observation the analysis of the state of degradation and its conservative intervention. In order to protect its photographic heritage, the Royal Institute and Observatory of the Navy was proposed to develop a project for the conservation of photography divided into priority phases. Part of the work also concerns the in-archive investigation, using a methodology based on a historical-critical analysis that is applied to a specific part of the photographic collection.

1.- Prólogo

El Real Instituto y Observatorio de la Armada tiene su origen en el Real Observatorio de Cádiz que nace en 1753 en el seno de la Escuela de Guardiamarinas, a instancias de Jorge Juan, con objeto de fomentar el conocimiento de la astronomía y los métodos de navegación astronómica para el posicionamiento en la mar entre los guardiamarinas. En 1798 se traslada a su ubicación actual en la Isla de León, actualmente San Fernando.

Desde sus orígenes, el Observatorio dedica parte de su quehacer a otras aplicaciones derivadas de la astronomía, como son la cartografía y la hidrografía, incorporando nuevas disciplinas científicas en virtud del interés que van suscitando en cada momento. Es precisamente la constante adaptación a los cambios, reinventándose en cada momento ante las nuevas necesidades e incorporando los nuevos desarrollos tecnológicos, la característica que ha hecho que sobreviva hasta nuestros días.

Así, tras el Congreso Astrofotográfico Internacional de 1887, también conocido como la Conferencia de Astrónomos de París, el gobierno aprobó, a propuesta de Cecilio Pujazón, director del Observatorio, la adquisición e instalación de los instrumentos necesarios para la participación en el proyecto internacional de la Carta del Cielo. En diciembre de 1889 el anteojo ecuatorial Gautier obtiene sus primeras placas fotográficas, y, en 1891, comenzaron los trabajos sistemáticos definitivos para cubrir la zona asignada del cielo, entre -3º y -9º de declinación. Trabajos que se extendieron hasta 1940.

Además de la Carta del Cielo, las técnicas fotográficas se emplearon en el Observatorio desde 1870 para registrar observaciones de fenómenos astronómicos, como los eclipses de Sol de 1878, 1900 y 1905, pero también se utilizaron en otros instrumentos científicos, como por ejemplo en el registro sísmico.

Todo ello ha contribuido a que la colección fotográfica del Real Instituto y Observatorio de la Armada (1870 – 1975), compuesta .por más de 8500 negativos en placas de vidrio y más de 1000 positivos, que abarcan diversas temáticas, técnicas fotográficas y dimensiones, sea uno de los fondos fotográficos científicos más importantes de España.

El presente trabajo de restauración y conservación, realizado por la Dra. Dña. Gabriella De Florio, con la colaboración del Dr. D. Francisco José González González, se encuadra dentro de los esfuerzos orientados a la preservación de este rico fondo fotográfico que forma parte del archivo histórico de este Centro y que, en buena medida, contribuye a un mejor conocimiento de la historia del Observatorio.

No quisiera finalizar este prólogo sin reconocer y agradecer públicamente el permanente apoyo recibido desde la Subdirección General de Publicaciones y Patrimonio Cultural del Ministerio de Defensa que, en esta ocasión, ha facilitado la asistencia técnica para la restauración y recuperación de 480 placas fotográficas de vidrio y la publicación de este boletín para la puesta en valor de este rico fondo fotográfico del Observatorio, permitiendo una mayor visibilidad y prestigio.

Antonio A. Pazos García
CN., comandante-director del Real Instituto
y Observatorio de la Armada

2.- Introducción: la astrofotografía en el ROA

2.1.- Los inicios de la fotografía astronómica

La idea de aplicar la fotografía a la reproducción de los cuerpos celestes nació el mismo día en que sus inventores, Niepce y Daguerre, realizaron sus primeros experimentos. Desde un primer momento, las cámaras fotográficas intentaron obtener buenas imágenes de la Luna, el Sol y las estrellas. De hecho, a mediados del siglo XIX ya era normal hacer fotografías de las manchas solares o de los eclipses de Sol, especialmente en Francia e Inglaterra. En poco tiempo, el perfeccionamiento de las técnicas fotográficas hizo posible una utilización mucho más amplia de la fotografía en los trabajos astronómicos, sobre todo cuando pudo ser aplicada a la observación de objetos de luz débil, que hasta entonces habían resultado invisibles incluso para los telescopios (ya fuesen planetas, estrellas, cúmulos o nebulosas muy lejanas).

Entre las principales ventajas de las placas fotográficas pronto destacaron la posibilidad de conservar una imagen fiel y duradera, el hecho de que las placas tuviesen mayor sensibilidad que el ojo humano y, por último, la posibilidad de poder realizar en ellas mediciones de precisión. Podemos afirmar, por tanto, que gracias a todas estas características la fotografía abrió una nueva era en la astronomía observacional, tanto en la determinación de las posiciones estelares (astrometría) como en el estudio físico de los cuerpos celestes (astrofísica), gracias al análisis de las radiaciones de los astros mediante el uso de nuevos aparatos como los espectroscopios y los espectrógrafos.

La primera ocasión en que la fotografía fue utilizada de manera generalizada como auxiliar de la astronomía tuvo lugar en las observaciones del paso de Venus por el disco solar de 1874. Astrónomos de muchos países se organizaron para realizar esta experiencia de manera coordinada, observando de forma simultánea las distintas fases del fenómeno tanto de forma directa como fotográfica. Unos años más tarde, el astrónomo escocés David Gill (1843-1914) decidió colocar una cámara fotográfica montada en paralelo con el objetivo de su telescopio durante la observación del gran cometa de 1882, llamado así por su repentina aparición y por su luminosidad. Al analizar las fotografías realizadas pudo comprobar que, además de una magnífica imagen del cometa, en las placas obtenidas quedó reflejado un impresionante fondo de estrellas que no eran visibles mediante la observación visual. El resultado obtenido por Gill conmocionó completamente el mundo de la astronomía, pues la capacidad de las placas fotográficas para mostrar miles de estrellas no visibles a simple vista abrió un nuevo mundo de aplicaciones para la fotografía astronómica.

Por aquel entonces, Paul y Prosper Henry, ópticos y astrónomos del Observatorio de París, habían recibido el encargo de continuar la elaboración de unos catálogos estelares iniciados unos años antes. Para hacer más llevadero su trabajo en una zona de la Vía Láctea donde la gran densidad de estrellas hacía muy difícil la observación visual, los hermanos Henry idearon un objetivo fotográfico con el que obtuvieron en 1884 un interesante cliché de esa zona del cielo. El director del Observatorio, Ernest Mouchez, quedó positivamente impresionado por los resultados obtenidos con este nuevo sistema. De ahí que aceptase inmediatamente la propuesta que le plantearon estos astrónomos, consistente en construir un nuevo instrumento astronómico dotado de un objetivo fotográfico de 33 cm, cuya parte mecánica fue encargada al prestigioso constructor de instrumentos científicos parisino Paul Gautier. Cuando estuvo terminado, los hermanos Henry realizaron con él una sorprendente fotografía: dirigiendo el telescopio hacia la

región de las Pléyades consiguieron registrar en la placa fotográfica, tras una exposición de tres horas, el asombroso número de 2.326 estrellas, en una zona del cielo en la que anteriormente el astrónomo estadounidense Lewis Rutherfurd solo había podido observar visualmente 50 estrellas.

2.2.- El proyecto internacional de la Carta del Cielo

Como consecuencia de estos resultados tan satisfactorios, en los que se adivinaba claramente una nueva época para la astrometría, Mouchez se decidió a impulsar el levantamiento de una carta general del cielo por medio de la fotografía, buscando la colaboración de astrónomos de los países más avanzados. Se trataba de un proyecto de gran magnitud, nunca antes emprendido, que estaría dirigido a catalogar completamente los astros de la bóveda celeste, mediante los más potentes instrumentos de observación de la época. Un proyecto que, además de estudiar la distribución de las estrellas en el espacio y la construcción del Universo visible, definiendo el estado del cielo en los últimos años del siglo XIX, debía permitir a los astrónomos del futuro conocer la evolución y el movimiento de los astros cuando, años más tarde, fuesen analizados los cambios de posición de las estrellas fotografiadas [1].

Para conseguir la realización de un proyecto de tanta importancia científica, Mouchez trabajó en la organización de una reunión internacional de astrónomos en la que se debía acordar la forma de elaborar una carta fotográfica del cielo, tal como él la había ideado. Con el apoyo de la Academia de Ciencias de París, que patrocinó la convocatoria, cursó invitaciones a diversas sociedades científicas y a los directores de los observatorios más importantes de la época. Y se puede decir que su iniciativa tuvo una gran aceptación. El día 16 de abril de 1887, bajo la presidencia del ministro de Asuntos Exteriores francés, se reunieron en París cincuenta y seis científicos de todo el mundo, dispuestos a ponerse de acuerdo para el levantamiento fotográfico de un mapa general del cielo. El Congreso Astrofotográfico Internacional, también conocido como Conferencia de Astrónomos de París, supuso un acontecimiento de tal importancia para la astronomía, que superó con creces las dimensiones y el alcance de las anteriores reuniones internacionales de este tipo. De hecho, puede ser considerado como el antecedente directo de los grandes congresos científicos de astronomía.

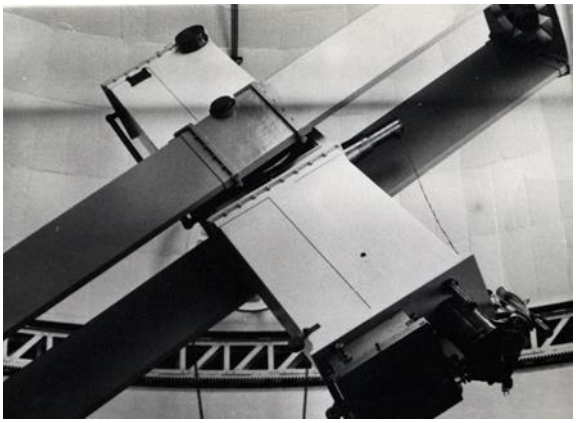
Uno de los primeros acuerdos del Congreso fue el nombramiento de una comisión para impulsar los trabajos preparatorios. Fue así como nació el llamado Comité Permanente Internacional para la ejecución de la Carta Fotográfica del Cielo, que estaba integrado por los directores de los observatorios dispuestos a colaborar y por algunos astrónomos interesados en el asunto. Entre ellos se hallaba Cecilio Pujazón, director del Observatorio de Marina de San Fernando, que fue el único representante español en el Congreso Astrofotográfico Internacional. El citado Comité propuso que los observatorios participantes utilizasen un instrumento estándar con las mismas características que el que había construido Gautier para el Observatorio de París, siguiendo el diseño de los hermanos Henry. En líneas generales, el instrumento propuesto debía ser un telescopio doble formado por dos telescopios unidos. Uno de ellos, con objetivo de 33 cm y distancia focal de 343 cm, sería usado como cámara fotográfica. El otro, con 20 cm de abertura y 360 cm de distancia focal, sería el destinado a la observación visual. De esta

[1] Sobre la participacipación del Observatorio de San Fernando en los trabajos del proyecto de la Carta del Cielo puede consultarse González, F.J., *La Carta Fotográfica del Cielo en España*, en Llull (Zaragoza), vol.12 (1989), pp. 323-340. Véase además, González, F.J., *El Observatorio de San Fernando (1831-1924)*, Madrid, Ministerio de Defensa, 1992, pp. 287-297.

forma, cuando el telescopio de observación directa enfilase una estrella, la imagen de ésta sería recogida simultáneamente en el plano focal del telescopio fotográfico. Este telescopio doble debía ir instalado sobre una montura ecuatorial que permitiese mover el equipo óptico mediante un mecanismo de relojería para deshacer el movimiento aparente del cielo, y así poder mantener una imagen fija en la placa fotográfica durante el tiempo de exposición de la misma.

El objetivo científico planteado en el Congreso fue trabajar en la elaboración de un mapa general del cielo que recogiese estrellas hasta la magnitud 14ª y un catálogo con las posiciones más precisas posibles de estrellas hasta la magnitud 11ª. De acuerdo con este esquema, se deberían tomar dos series de fotografías en placas fotográficas cuadradas de 16 cm (de forma tal que 1 mm en la placa correspondiese a 1 minuto de arco en el cielo). La primera serie, con una exposición prolongada, sería la destinada a formar un mapa fotográfico de todo el cielo (la llamada Carta del Cielo), y la otra, con exposiciones más cortas, serviría para elaborar un catálogo de estrellas (el llamado Catálogo Astrográfico). Por último, para facilitar la determinación de las posiciones de las estrellas mediante su lectura en las máquinas medidoras que habrían de construirse al efecto, se decidió que cada placa llevase grabada una cuadrícula de líneas transversales separadas entre sí por 5 mm.

La respuesta a la propuesta de Mouchez fue bastante positiva. Y muy pronto, el desarrollo de la empresa científica pudo darse por seguro. De hecho, en marzo de 1888, ya habían dado órdenes para la construcción de los instrumentos trece observatorios: Potsdam, Oxford, Melbourne, Sídney, Rio de Janeiro, Santiago de Chile, San Fernando, París, Burdeos, Toulouse, Argel, Tacubaya y La Plata. Aunque una gran parte de los observatorios encargaron sus telescopios a Gautier (Burdeos, Toulouse, Vaticano, Argel, San Fernando), no todas las instituciones comprometidas en el proyecto siguieron esta propuesta inicial. Algunos de los observatorios participantes, especialmente los del ámbito anglosajón, optaron por encargar sus instrumentos a Howard Grubb, conocido constructor de instrumentos establecido en Dublín. Pero siempre cumpliendo las especificaciones técnicas del aparato que habían sido acordadas en las reuniones de París.



Anteojo ecuatorial fotográfico Gautier (1890)

El siguiente paso del director del Observatorio de París fue convocar una reunión del Comité Permanente Internacional, para adquirir información sobre el estado de adelanto de los trabajos preparatorios y discutir algunos problemas que aún estaban pendientes de solucionar. En esta reunión, celebrada en 1889, los directores de los observatorios asistentes presentaron informes sobre la situación de los trabajos previos en sus

respectivos centros. Al Observatorio de París, cuyo instrumento fotográfico ya estaba bastante experimentado, se le encargó la preparación de unos clichés-tipo de determinadas regiones celestes, que serían utilizados para establecer unos baremos de igualdad en la apreciación de las magnitudes estelares, por medio de su comparación con los realizados en los distintos observatorios. Con ello, todo quedó preparado para que, a partir de 1890, se iniciaran los trabajos de observaciones preparatorias en una gran parte de los observatorios.

La siguiente reunión del Comité Permanente Internacional se celebró en París a partir del 31 de marzo de 1891. Dado que la mayor parte de los observatorios ya tenían preparada la instalación de sus instrumentos y habían comunicado que podrían comenzar el trabajo a lo largo de ese mismo año, ésta sería la última reunión celebrada antes del inicio de la ejecución definitiva de las observaciones. Fue entonces cuando se procedió al reparto definitivo de las zonas del cielo entre los observatorios que se habían decidido a colaborar en el proyecto, asignando a cada uno de ellos una zona estelar de superficie parecida, comprendida entre dos paralelos de declinación.

Además, los integrantes del Comité Permanente Internacional tuvieron que tomar algunas decisiones de cierta importancia, teniendo en cuenta las experiencias acumuladas desde la anterior convocatoria. Una comisión especial se encargó de organizar las observaciones. Esta cuestión fue la más polémica de la reunión, pues algunos de los participantes no eran partidarios de llevar a cabo las dos series observaciones necesarias, una para el Catálogo y otra para la Carta, de forma simultánea. Dado que ambas necesitaban tiempos distintos de exposición en las placas, era evidente que la ejecución de la Carta (con exposiciones más largas) terminaría provocando un gran atraso en las observaciones para el Catálogo. El director del Observatorio de París propuso entonces hacer en dos años todas las placas del Catálogo, en las que se recogerían las estrellas de hasta magnitud 11ª, con la esperanza de que, durante ese tiempo, los progresos técnicos lograran reducir el tiempo de exposición de las placas necesarias para la Carta, cuya ejecución podría ser emprendida en buenas condiciones tras la experiencia adquirida con el trabajo del Catálogo. A estos motivos meramente prácticos había que añadir, además, el de la propia supervivencia económica del proyecto, pues si los observatorios emprendían en primer lugar la realización de un trabajo científico práctico y de gran envergadura como era el Catálogo, tendrían menos dificultad en asegurar el apoyo económico de sus respectivos gobiernos para continuar con el trabajo, más lento, duradero y costoso, de la elaboración del mapa fotográfico del cielo.

2.3.- El Observatorio de San Fernando y la Carta del Cielo

Como ya hemos dicho, el director del Observatorio de San Fernando fue el único representante español en el Congreso de 1887. Cecilio Pujazón y García se hizo cargo de la dirección del Observatorio de San Fernando en 1869. Desde entonces, centró toda su actividad en los trabajos del Observatorio, institución que, gracias a su impulso, alcanzaría un notorio nivel en la importancia científica de sus trabajos durante el último tercio del siglo XIX. Bajo su mandato se consolidó la renovación del instrumental científico del centro y se emprendieron diversas tareas que podrían ser entendidas como servicios técnicos a la Armada. Ese sería el caso del apoyo instrumental y científico a las comisiones hidrográficas, la creación del Centro de Agujas Magnéticas (1878) (primer observatorio geomagnético de España) y la organización del Servicio Meteorológico Costero (1884) (de forma paralela a la organización del que más adelante sería el Servicio

Meteorológico Nacional). Además, acudió como representante español a diversas reuniones científicas de gran trascendencia, como la Conferencia de Meteorología Marítima de Londres (1874), el Congreso Internacional de Meteorología de Roma (1879), la Conferencia Polar Internacional de Hamburgo (1879), la Conferencia Geodésica Internacional de Roma (1883) o la Conferencia de Astrónomos de París (1887), de la que surgió el gran proyecto astronómico internacional que es objeto de esta charla [2].

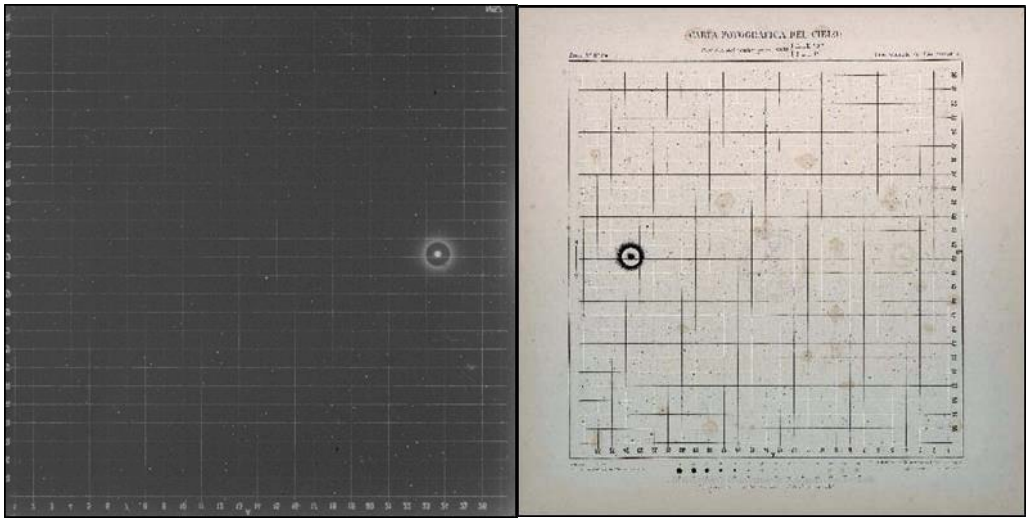
Con estos antecedentes, es fácil entender que, tras recibir la invitación de la Academia de Ciencias, su asistencia a la reunión convocada por el director del Observatorio de París fuese autorizada por el Gobierno español. A su regreso de la capital francesa, informó a sus superiores de los acuerdos que allí se habían tomado para el levantamiento de una carta fotográfica del cielo, haciéndoles notar la conveniencia de la participación de España en una iniciativa de esas características. El Gobierno aprobó sus propuestas y, rápidamente, le fue comunicado que se aceptaba su proceder en lo referente a este asunto, instándole a iniciar las gestiones para la adquisición y la instalación de los instrumentos necesarios. Al poco tiempo, Pujazón escribió a Mouchez para comunicarle el visto bueno del Gobierno español a la colaboración de San Fernando en los trabajos de la Carta del Cielo. En julio de ese mismo año de 1887, el capitán de fragata Juan Montojo, jefe de la Comisión de Marina en París, firmó, en nombre del director del Observatorio de San Fernando, un contrato con la casa Gautier para la construcción de un anteojo ecuatorial fotográfico, su cúpula y una máquina para medir placas fotográficas.

Cuando la cúpula llegó a San Fernando ya estaban construidas las instalaciones que debían albergar al nuevo instrumento. Fue instalada sobre el cuerpo central, destinado al telescopio astrofotográfico, y estaba dotada de un sistema giratorio que permitía observar con perfección toda la región celeste sobre la que el montaje ecuatorial del instrumento podía trabajar en buenas condiciones. A ambos lados de este cuerpo central se extendían unas habitaciones en las que se instalaron los laboratorios fotográficos y las oficinas de destinadas a la medición de las placas. Finalmente, en noviembre de 1889, llegaron a San Fernando las cajas que contenían el telescopio. Poco después, Pujazón comunicó a sus superiores y a sus colegas de París que el Observatorio de San Fernando ya tenía instalado su instrumento y se encontraba preparado para comenzar los trabajos para el desarrollo del proyecto.

Pabellón de la Carta del Cielo (1890)

[2] La biografía científica de Cecilio Pujazón puede encontrarse en González, F.J., *Cecilio Pujazón y el Observatorio de Marina*, San Fernando, Ministerio de Defensa, 1993, pp. 1-70.

Durante 1890 se llevaron a cabo los primeros ensayos, mientras los observatorios más retrasados terminaban de montar sus instrumentos. En San Fernando, Pujazón, dedicado casi exclusivamente a este asunto, consiguió impresionar placas fotográficas de muy buena calidad, enviando algunas de ellas a París, para dar conocimiento del estado en el que se encontraban los trabajos por él dirigidos. El marino y científico de San Fernando tenía por entonces 57 años y una salud bastante delicada, que empeoró después de varios meses pasando noches enteras de observación para probar el astrógrafo. Durante el viaje a París para participar en la reunión del Comité Permanente Internacional celebrada a finales de marzo de 1891, contrajo una neumonía que se le agravó en el viaje de vuelta. Tres días después de su regreso a San Fernando, el 15 de abril de 1891, murió en el Observatorio rodeado de sus familiares y subordinados, sin tiempo para poder comunicar a éstos las decisiones tomadas en la reunión del Comité. No obstante, podemos afirmar que Cecilio Pujazón murió dejándolo todo preparado para el inicio de los trabajos definitivos. De hecho, a finales de 1891 empezaron en San Fernando las primeras observaciones del proyecto, una vez recibidos desde París el retículo del cuadriculado que debía quedar impresionado en las placas fotográficas y los catálogos de estrellas guía para la orientación de las mismas.



Placa fotográfica y Hoja impresa de la Carta del Cielo

Según la información reseñada en las memorias anuales del Observatorio, en 1894 San Fernando ya había realizado las 1.260 placas correspondientes al Catálogo que le habían sido asignadas. El trabajo correspondiente a la Carta, mucho más lento por la larga exposición requerida en las placas, fue terminado en 1923, al mismo tiempo lo hacían los observatorios de Greenwich y Oxford. En 1919 fue creada la Unión Astronómica Internacional, surgida de la reunión de conferencias internacionales de astronomía y geodesia, entre ellas el Comité Permanente Internacional para la ejecución de la Carta del Cielo, que a partir de ese momento se transformó en la Comisión 23 del citado organismo. Mientras tanto, los trabajos del proyecto que había ideado Mouchez en 1887 iban desarrollándose a distinto paso en cada uno de los observatorios. En 1925, de los 18 observatorios comprometidos en el proyecto, sólo Oxford y Greenwich tenían terminados todos los trabajos. San Fernando era el siguiente más avanzado. Poco después, en 1929, fue publicado el octavo, y último, volumen del Catálogo Astrofotográfico de San Fernando. Culminaba así una parte importante del trabajo que había ocupado al personal del Observatorio durante cerca de cincuenta años: un total de 2.520 placas impresionadas y más de 400.000 estrellas medidas para el Catálogo. En cuanto a los trabajos relativos a la Carta, en esa fecha ya estaban hechas 660 de las

720 placas que San Fernando tenía asignadas, habiendo sido publicadas y distribuidas un total de 462 hojas de la Carta Fotográfica del Cielo. Unos años después, en 1938, el Observatorio de San Fernando ya tenía publicadas 707 de las 720 láminas previstas para la Carta, según consta en un informe presentado en la Asamblea General de la Unión Astronómica Internacional, celebrada en Estocolmo.

A partir de 1932, por recomendación de la Unión Astronómica Internacional, se inició un nuevo programa de observaciones con el astrógrafo dirigido a la determinación de movimientos propios de las estrellas incluidas en el Catálogo Astrofotográfico. Aunque ningún acuerdo internacional obligaba a ello, en San Fernando se pensó que la ejecución de este nuevo trabajo era una obligación moral e ineludible para el Observatorio. No obstante, a pesar de la buena marcha de las observaciones, la Guerra Civil terminaría afectando al desarrollo de estos trabajos, como demuestra el hecho de que entre 1936 y 1946 sólo se obtuvieran 128 placas con el astrógrafo Gautier. Además, aunque en 1940 habían quedado terminadas todas las tareas relativas a la Carta del Cielo, el reparto de las últimas hojas correspondientes a la zona asignada a San Fernando quedó paralizado como consecuencia del estallido de la Segunda Guerra Mundial. Habría que esperar todavía algún tiempo hasta que, una vez restablecida la normalidad en las comunicaciones internacionales, hubiese garantías de que los envíos realizados al resto de los observatorios pudieran llegar a sus destinos.

Entre 1957 y 1959 el Observatorio de San Fernando participó en un nuevo programa internacional de observaciones organizado por el Observatorio Naval de Washington, que propuso estudiar la falta de regularidad de la rotación de la Tierra mediante fotografías que determinaban con gran precisión la posición de la Luna. Para llevar a cabo este trabajo fue utilizado el astrógrafo de la Carta del Cielo, que cambió temporalmente su chasis porta-placas original por una cámara Markowitz enviada desde Estados Unidos. Finalmente, una vez terminada esta colaboración, el astrógrafo volvería a trabajar durante algunos años en los programas destinados a la determinación de los movimientos propios de un cierto número de estrellas variables y de las estrellas contenidas en el Catálogo Astrofotográfico de San Fernando, que habían sido recomendados años atrás la Unión Astronómica Internacional [3].

En 1967, durante la XIII Asamblea General de la Unión Astronómica Internacional celebrada en Praga, la Comisión de la Carta del Cielo solicitó formalmente su disolución, tras comprobar que podían darse por cumplidos una gran parte de los objetivos del proyecto iniciado en 1887. Aunque lo cierto es que el objetivo original de levantar un mapa general del cielo había quedado inconcluso, pues no todos los observatorios participantes terminaron su trabajo. Cuando la Unión Astronómica Internacional decidió dar por terminados los trabajos de la Carta del Cielo sólo se habían publicado las hojas correspondientes a poco más del 50% del mapa (de hecho, más del 20% de las placas destinadas a la Carta nunca se llegaron a realizar).

El proyecto que se puso en marcha en 1887 tenía tal magnitud y debía utilizar unas técnicas tan nuevas y poco experimentadas, que su finalización en poco tiempo habría sido imposible. Pero el progreso tecnológico no se detiene. A mediados del siglo XX, los instrumentos astrofotográficos y las técnicas de observación que habían sido ideados a finales del siglo XIX quedaron obsoletos como consecuencia de los avances registrados en la construcción de telescopios y cámaras fotográficas. Y eso es algo que se pudo

[3] Sobre los últimos trabajos astrofotográficos realizados con el astrógrafo de la Carta del Cielo, véase González, F.J., *El Observatorio de San Fernando en el siglo XX*, Madrid, Ministerio de Defensa, 2004, pp. 170-174.

apreciar con claridad a partir de 1950, cuando se iniciaron los trabajos de un nuevo proyecto de Mapa del Cielo planteado desde el Observatorio del Monte Palomar (USA). Utilizando un gran telescopio reflector, dotado de un espejo de 120 cm y una potente cámara Schmidt, este observatorio levantó entre 1950 y 1958 un nuevo mapa fotográfico del cielo, el Palomar Observatory Sky Survey (POSS), que registró las estrellas hasta la magnitud 21ª (frente el máximo de magnitud 15ª conseguido con los aparatos de la Carta del Cielo). No obstante, a pesar de todas las dificultades descritas, los resultados del proyecto de la Carta del Cielo están ahí, casi cinco millones de estrellas contenidas en los catálogos de los diversos observatorios (4.621.836). Una fotografía del cielo, en una época determinada, que sigue siendo fuente importante de datos para numerosas investigaciones actuales, y que está en la base de los trabajos astrométricos realizados en las últimas décadas, ya desde el espacio, por los satélites Hipparcos y Gaia puestos en órbita por la Agencia Espacial Europea.

2.4.- La astrofotografía y el patrimonio cultural del ROA

Como consecuencia de la participación en el proyecto internacional de la Carta del Cielo, la dedicación a los trabajos astrofotográficos fue una constante durante varias décadas en el Observatorio San Fernando. Eso explica que, además del edificio construido para albergar el astrógrafo y los gabinetes de trabajo, el Real Observatorio de la Armada conserve en la actualidad en sus colecciones patrimoniales muchos materiales relacionados con la astrofotografía: instrumentos y accesorios astrofotográficos, placas de vidrio y porta placas, matrices de grabado y material impreso de la Carta Fotográfica del Cielo.

En la Colección Museográfica se integran tanto el astrógrafo Gautier, construido en París en 1889, como dos máquinas medidoras de placas salidas del mismo taller en 1892 y 1906 respectivamente, además de numerosos accesorios propios de las observaciones realizadas en la ejecución del proyecto. Por otro lado, la Biblioteca conserva ejemplares de la mayor parte de los catálogos astrofotográficos publicados por el resto de los observatorios participantes en el proyecto, además de las publicaciones del Comité Internacional Permanente y diversos libros dedicados al tema de la fotografía astronómica durante en la segunda mitad del siglo XIX y las primeras décadas del siglo XX. En el Archivo se custodian, tanto la colección de las placas de vidrio correspondientes a las observaciones del Catálogo Astrofotográfico y de la Carta del Cielo, como otras 287 cajas (con una media de doce placas cada una) procedentes de otros programas de observación realizadas con el astrógrafo Gautier hasta principios de la década de 1980. El Real Observatorio de la Armada conserva también una colección completa de las 720 hojas impresas correspondientes a la zona de observación que le fue encargada en el proyecto, además de varios miles de hojas correspondientes a las zonas encargadas a otros observatorios. A todo este patrimonio científico y cultural habría que añadir las 403 planchas de cobre preparadas en París para ser utilizadas como matrices de grabado de las hojas de la Carta. Estas planchas fueron rescatadas hace relativamente poco tiempo, a fines de 2015, de un almacén en el que habían permanecido olvidadas durante varias décadas. Y una vez sometidas a un proceso de limpieza y restauración, fueron integradas en la Colección Museográfica del centro.

En definitiva, un legado de la participación de España en este proyecto científico internacional formado por unos materiales que, además de tener un gran valor como patrimonio cultural, continúan siendo una fuente importante de datos para numerosas investigaciones astronómicas actuales, como ya adivinaron los promotores del proyecto a finales del siglo XIX. De hecho, tanto las placas fotográficas como las hojas de papel

y las planchas de cobre están digitalizadas y puestas a disposición de los investigadores para su consulta, en el propio Observatorio y en la Biblioteca Virtual del Ministerio de Defensa. En esa Biblioteca Virtual existe un micrositio dedicado exclusivamente a la Carta del Cielo, en el que podemos encontrar, además de las imágenes digitales de los ocho volúmenes del Catálogo Astrofotográfico y de los materiales de la Carta del Cielo (placas de vidrio, planchas de cobre y hojas impresas), la descripción de los instrumentos relacionados con el proyecto [4].

3.- Justificación

El proyecto de conservación propuesto para el Real Instituto y Observatorio de la Armada de San Fernando mira a la salvaguardia y puesta en valor de uno de los fondos fotográficos más importantes en la historia de la astronomía española. Para desarrollarlo ha sido necesaria una intensa labor de investigación en el archivo. El objetivo del proyecto ha sido proponer al Observatorio un proyecto de conservación preventiva dividido en diferentes fases.

La división del proyecto por fases nace de la necesidad de poder intervenir en la conservación del fondo fotográfico cumpliendo y cerrando objetivos. Esta metodología nos sirve para evitar que los trabajos de conservación de la fotografía se queden suspendidos por problemáticas externas o internas del Observatorio. Cada fase del proyecto tiene su finalidad y comporta la dedicación de una partida presupuestaria para llevarla a cabo.

El proyecto de conservación del Real Instituto y Observatorio de la Armada se ha gestado tras realizar visitas previas al Observatorio para conocer el estado de conservación y degradación de los diferentes fondos fotográficos. La metodología que ha sido utilizada para este tipo de trabajo ha sido por un lado analizar los factores externos de las causas de degradación de la fotografía, como, por ejemplo, la medición del control de humedad relativa y temperatura con un higrómetro digital, y por otro verificar qué tipos de materiales se han utilizado para conservar las fotografías y establecer si son aptos para la conservación de éstas.

Uno de los momentos más importantes para la redacción de un proyecto de conservación de la fotografía es saber qué tipo de material vamos a conservar y cuáles son sus características físico-químicas de deterioro. Esta fase de *identificación de la técnica fotográfica* determina la estructura fundamental del proyecto de conservación de la fotografía. El método de análisis visual para la identificación de la fotografía nos permite descubrir qué tipo de técnica fotográfica se ha utilizado para impresionar, en este caso, las estrellas de nuestro universo. En general nos puede indicar también el periodo histórico de algunas fotografías que pueden presentarse sin notas de fechas. Al mismo tiempo nos da una serie de indicaciones para la salvaguardia de los fototipos, averiguando sus problemáticas de degradación, y nos surgiere soluciones para su conservación con materiales a norma de pH neutro.

El proyecto de conservación de fotografía realizado para el Real Instituto y Observatorio de la Armada, está dirigido a la conservación del Antiguo Fondo Fotográfico y se propone como modelo general para salvaguardar el fondo fotográfico completo. Para poder

[4] La consulta de de todo estos materiales está disponible en www.bibliotecavirtualdefensa.es. La *Biblioteca Virtual de Defensa* es una interesante herramienta para facilitar la conservación, consulta y difusión del patrimonio cultural generado y custodiado por los organismos dependientes del Ministerio de Defensa.

redactar el proyecto de conservación del Antiguo Fondo Fotográfico del ROA, se ha procedido a realizar un inventario que ha determinado la cantidad de fotografías existentes, sus dimensiones, las técnicas fotográficas empleadas, qué tipo de fenómenos astronómicos han sido fotografiados y el estado de degradación de las fotografías. Como podemos ver, el inventario es importante para poder sacar informaciones útiles para la puesta en marcha del proyecto de conservación de la fotografía. No obstante, durante la fase de análisis e inventariado pueden surgir preguntas en relación a la misma naturaleza de la colección del fondo. Si nos faltan datos para la descripción temática de unas fotografías o no tenemos las fechas de otros negativos que representan por ejemplo un eclipse total de Sol, podemos actuar de dos maneras: la primera es mantener las dudas o las relativas hipótesis sacadas durante el análisis en las notas del inventario y seguir con el aspecto técnico del proyecto de conservación, la segunda es investigar sobre un determinado fondo fotográfico para darle un contexto histórico-crítico. En el momento que se elige la segunda opción se abren las puertas a una investigación de archivo que nos lleva más allá del proyecto técnico de conservación, nos hace descubrir el alma del archivo histórico del Observatorio de San Fernando. Se revela también que la historia de la formación de los fondos fotográficos está directamente conectada con la documentación histórica del archivo en relación a las observaciones astronómicas realizadas con el auxilio del medio fotográfico a partir de 1870.

El proyecto de conservación de la fotografía incluye también la investigación para una serie de negativos en vidrio al colodión húmedo, no fechados, de un eclipse total de Sol. El objetivo de esta investigación ha sido datar los negativos al colodión húmedo y descubrir en qué lugar fueron creados. La metodología archivística utilizada ha consistido en ir intercalando el análisis fotográfico con el análisis de los documentos de archivo para descubrir informaciones útiles que pudieran estar relacionadas con los negativos al colodión. La investigación utiliza una metodología archivística de comparación entre los documentos y al mismo tiempo descubre la metodología científica de los trabajos de los astrónomos del siglo XIX.

Los negativos al colodión húmedo son parte intrínseca de la historia del Real Instituto y Observatorio de la Armada. La metodología de su toma fotográfica, realizada por encargo a un fotógrafo local, estaba ligada por un lado a documentar el fenómeno astronómico y por otro estaba sujeto a las necesidades de cálculos que los astrónomos hacían para determinar la longitud durante el fenómeno.

Para conseguir una mayor precisión en la medición de estos, se requería el trabajo simultáneo en más de una estación de observación. Equipadas todas ellas con péndulos y relojes, desde ellas se hacían las observaciones y se obtenían las fotografías. Las mediciones en horas, minutos y segundos eran anotadas tanto en cuadernos como en las mismas placas de vidrio una vez reveladas en el taller provisional, que se instalaba en el mismo lugar a este efecto.

Las anotaciones manuscritas de este método científico se han encontrado en los documentos de archivo y han sido comparadas con los negativos al colodión húmedo y sus positivos a la albúmina. El método científico de los astrónomos, juntos a otros tipos de informaciones han resultado ser la clave determinante para datar los negativos al colodión húmedo.

La investigación de los negativos al colodión húmedo, su análisis histórico-crítico y la restauración y conservación en cajas y sobres normalizados, representan un primer

paso concreto hacia la puesta en valor de todo el fondo fotográfico del Real Instituto y Observatorio de la Armada.

3.1.- Objetivos

Con el desarrollo del contenido del proyecto denominado: *El Real Instituto y Observatorio de la Armada. Proyecto de investigación, restauración y conservación del Antiguo Fondo Fotográfico*, hemos pretendido proponer a una de las más importantes instituciones científicas españolas unas soluciones teórico-prácticas para la preservación de su patrimonio fotográfico. El Real Instituto y Observatorio de la Amada conserva un patrimonio fotográfico astronómico de importancia mundial y que representa al mismo tiempo todos los logros, esfuerzos e intereses relativos al progreso científico. Con el invento de la fotografía, la historia de la ciencia astronómica se enriquece con un medio documental muy importante para su estudio. Sin embargo, tan solo podemos comprender su importancia cuando nos adentramos en sus fondos fotográficos. Fotografía y astronomía se unen a partir de 1839 donando a la Historia de la Humanidad un tesoro de descubrimientos científicos inolvidables. Nace así el documento fotográfico astronómico.

El fondo fotográfico ROA, se encuentra actualmente en unas condiciones de conservación no idóneas y el objetivo del proyecto es crear una serie de intervenciones de conservación para que el fondo fotográfico pueda ser puesto en valor y pueda abrir sus puertas a los investigadores de diferentes instituciones.

3.2.- Metodología

Las metodologías utilizadas para realizar el proyecto de investigación, restauración y conservación del antiguo fondo fotográfico ROA constan de la aplicación de los siguientes criterios: entrevistas al responsable del archivo histórico ROA, análisis de los documentos de archivo, uso de bibliografía especializada tanto en el ámbito científico como en el de tratamiento de material fotográfico para su conservación.

- Entrevistas al responsable del archivo histórico ROA: el responsable del archivo histórico ROA, Francisco José González González, me ha ayudado a entender el sistema de clasificación de los fondos documentales y me ha acompañado durante mi investigación a conocer, de la mejor manera, los estudios astronómicos del Observatorio Astronómico de San Fernando. Todas las informaciones han sido muy útiles a la hora de comprender la naturaleza o del fondo histórico fotográfico.

- Análisis de los documentos de archivo: los documentos de archivo analizados tienen conexión con la investigación histórico-crítica de algunos negativos al colodión húmedo pertenecientes al Antiguo Fondo Fotográfico ROA. En este caso podemos decir que se ha aplicado una metodología de comparación entre documentos en papel y documentos fotográficos. Los documentos analizados provienen de algunas cajas de archivo identificadas con número de inventario y sección temática. En este caso he analizado las cajas relativas al tema: Observaciones Astronómicas. Los documentos leídos se refieren a fenómenos astronómicos de los eclipses de Sol de 1860, 1870 y 1878. El objetivo de la metodología de comparación ha servido para poder datar los negativos al colodión húmedo y al mismo tiempo abrir una serie de pistas para seguir investigando. Las fuentes históricas documentales del Real Instituto y Observatorio de la Armada han sido soporte fundamental para la realización de este trabajo, así, tanto los documentos

escritos como los fotográficos han debido combinarse en este estudio para conocer el conjunto de la actividad desarrollada por las personas que los produjeron.

- Las fuentes bibliográficas utilizadas para la redacción del proyecto de conservación ha sido otro importante punto de apoyo. La bibliografía utilizada para el proyecto de conservación, me ha ayudado a construir un protocolo de trabajo útil a la hora de identificar las antiguas técnicas fotográficas, analizar su estado de degradación y sugerir así una propuesta de salvaguardia.

4.- Características de las técnicas fotográficas y su aplicación a la astronomía

Al igual que la pintura, la fotografía está vinculada a ese mundo de *laboratorios alquímicos* donde se trabajaba con ampollas, alambiques y se buscaban preparaciones químicas para lograr un resultado estable o, por qué no, un nuevo descubrimiento. Además del pintor Jan van Eyck quien a través de experimentos de diversos tipos, buscó la solución adecuada para evitar que el temple se agrietara, inventando según Giorgio Vasari, la nueva técnica de la pintura al óleo[5], así personajes como T. Wedgwood, J. N. Niépce, J. Herschel, L. J. M. Daguerre, H.-L.s Fizeau, W. H. Fox Talbot, A. Poitevin, F. S. Archer, L. D. Blanquard Evrard, R. L. Maddox o H. W. Vogel, contribuyeron con su tenacidad, desde las primeras décadas del siglo XIX hasta finales del siglo XX, en la búsqueda y la perfección de la química fotográfica. Las primeras décadas de la invención se caracterizaron por una evolución muy rápida de las técnicas fotográficas, asistiendo a la transición de la fabricación manual a la industrial de soportes y procedimientos de toma fotográfica que cambiaron para siempre el lenguaje fotográfico.

Una fotografía consta de:

• Soporte primario: metal - vidrio - papel - material plástico.
• Capa aglutinante: albúmina (1855-1895), colodión (1851-1880), gelatina (1871 hasta la actualidad), material plástico (1889-1955 hasta la actualidad).
• Imagen final: caracterizada de compuestos sensibles a la acción de la luz como plata, platino, hierro, que toman el nombre de *procesos metálicos*, o puede estar compuesta por el uso de carbón y pigmentos naturales que, asociados con gelatina o caucho en presencia de dicromato alcalino, se vuelven insolubles a la luz y se denominan *procesos no metálicos*.
• Soporte o montaje secundario (estuches, de 1840 a 1865, cartones, álbumes)

Las técnicas fotográficas se distinguen en:

Procedimientos positivos:
• Plata sobre cobre: Daguerrotipo (1839 -1855 / 60)
• Vidrio con emulsión de colodión: Ambrotipo (1851-1865)
• Metal con emulsión de colodión: Ferrotipo (1855-1880)
• Procesos de impresión argénticos y no argénticos

Procesos de impresión argénticos:

[5] *Tale fu la fine d'Antonello, alquale deono certamente gl'Artefici nostri hauere non meno obligazione dell'hauere portato in Italia il modo di colorire a olio; che a Giovanni da Bruggia, d'hauerlo trovato in Fiandra: auendo l'uno, e l'altro beneficiato e arrichito quest'arte.* Véase Vasari, G. (1568), Vita d'Antonello da Messina pittore, en *Le vite de' più eccellenti pittori, scultori e architettori*, Firenze, 1568, Giunta, p. 378.

• Papel a la sal (1839-1850 / 60)
• Papel albúmina (1855 ca.- 1900 ca.)
• Fotografía estereoscópica (1850 - 1930 ca.)
• Papel de colodión (1890 - 1920 ca.)
• Papel gelatina de revelado directo (solarización) o revelado químico (1850- hasta la actualidad)
• Papel de polietileno (1970 – hasta la actualidad)
• Papel fotográfico en color: Kodakcrome (1935), Agfacolor (1936), Kodacolor (1942), Polaroid (1963)

Procesos de impresión no argénticos:
• Procesos pigmentarios: son aquellos en los que la imagen final está definida por pigmentos que se han añadido a sustancias fotosensibles, casi todas ellas basadas en las gelatinas bicromatadas introducidas por Poitevin hacia 1850 - 1855. Hay distintos procesos de este tipo copias en goma bicromatada, impresión al óleo y bromóleo, impresión en carbro (término resultante de la contracción de dos vocablos: carbón y bromuro).
• Procesos a las sales metálicas: cianotipo (1839-1920 ca.), platinotipo (1873-1920 ca.), kallytipia (1889-1930 ca.).
• Técnicas fotomecánicas: Fotograbado (desde 1880 y aún en uso), Collotipo (desde 1885 y aún en uso), Woodburytipo o Fotoglitipo (1865 – 1900). Las técnicas fotomecánicas se utilizaban para reproducir las fotografías en libros o también para realizar postales. La imagen observada a una ampliación 30x aparece caracterizada por una estructura reticulada (se excluye la técnica del Woodbrytipo) al contrario de la imagen fotográfica[6].

Procedimientos de toma fotográfica (o documentos negativos)
• Calotipo (1840 - 1855 / 60)
• Albúmina sobre vidrio (ca. 1846 - 1855)
• Colodión húmedo sobre vidrio (ca. 1851-1880)
• Emulsión de gelatina sobre vidrio (1880 - 1970).
Negativos en soporte de plástico: nitrato de celulosa (1889 - 1940), acetato de celulosa (1934 - hasta la actualidad), poliéster (ca. 1955 – hasta la actualidad).
Procedimiento de color: autocromía (1907-1936 ca.), procedimiento de Dufaycolor (1930-1950 ca.), materiales fotográficos cromogénicos modernos[7].
La luz de estrellas y galaxias son las verdaderas protagonistas de la investigación del fondo fotográfico en el archivo histórico del Real Observatorio Astronómico de la Armada en San Fernando (Cádiz). La fotografía, su aliada, ha permitido un viaje de descubrimientos hermosos fijando el cosmos en imágenes indelebles y ha permitido a la astronomía superar obstáculos fijando la luz débil de las estrellas. A partir del 1839 la técnica fotográfica del daguerrotipo testimonia que es posible fotografiar los astros tomando así una primera imagen de la Luna. La fotografía fue realizada el 2 de enero de 1839 con una mediocre lente que dio un resultado poco satisfactorio pero suficiente para despertar el interés del astrónomo y político francés François Arago que comunicó por primera vez el invento de Niépce y Daguerre en la sesión extraordinaria de la Academia de Ciencia y Bellas Artes el 7 enero 1839. En la sucesiva sesión del 19 agosto 1839, Arago dio la descripción completa de la técnica del daguerrotipo augurando que la fotografía pudiera realizar un mapa fotográfico de la Luna, documentar el aspecto

[6] Fuentes De Cía, A., Robledano Arillo, A. (1999), *La identificación y preservación de los materiales fotográficos*, Madrid, Editorial Sintesis, pp. 9, 10
[7] Berselli, S., Gasparini, L. (2000), *L'archivio fotografico, Manuale per la conservazione e la gestione della fotografia antica e moderna*, Bologna, Zanichelli, p. 164

físico de las estrellas, medir la intensidad de luz (fotometría) y estudiar el análisis espectral de la luz (espectroscopia). La primera estrella que ha capturado la atención de la cámara fotográfica ha sido el Sol. El Sol, la estrella ubicada en el centro de nuestro sistema solar, fuente necesaria para la vida, fue la más estudiada científicamente y sigue siéndolo a lo largo de los siglos. El Sol es una estrella compleja, en el exterior presenta un océano de plasma en movimiento y su estratificación es luminosa y cubierta de oscuras manchas solares. Las manchas solares son regiones del Sol donde la temperatura es más baja que sus alrededores y se caracterizan por una intensa actividad magnética. Estas manchas a lo largo del siglo XIX serán fotografiadas para entender mejor la naturaleza de nuestra estrella. El primer daguerrotipo del Sol fue realizado en el 1842 por el óptico francés Lerebours, pero probablemente tenía una exposición excesiva, así que Arago propuso a los físicos Fizeau e Foucault realizar una daguerrotipia con tiempos breves de exposición. En 1843 el resultado del daguerrotipo sacado revelaba el oscurecimiento de los bordes del Sol y manchas solares con sus penumbras. Todavía no se pude llegar a fotografiar la fácula, que es el punto más brillante de la superficie del Sol y tampoco la granulación de la fotosfera. El daguerrotipo fue utilizado también para estudiar y fotografiar la Luna y documentar el eclipse total de Sol del 18 de julio 1851[8].

La funcionalidad del daguerrotipo aplicada a la astronomía contribuyó a dar informaciones importantes para los estudios de los astros. Las limitaciones de esta técnica para poder sacar fotografías de estrellas muy precisas se debían, por un lado, a su poca sensibilidad a la luz estelar a los tiempos de exposición largos y, por otro lado, a los fallos del movimiento de relojería que movía el anteojo ecuatorial. Para poder sacar una fotografía perfecta de una estrella era muy importante que la cámara fotográfica, montada al telescopio, siguiera el movimiento del cielo durante la exposición. Este problema fue resuelto a partir del 1851 cuando los instrumentos de relojería se mejoraron y también la técnica fotográfica tuvo una evolución hacia el aumento de su sensibilidad con el descubrimiento del colodión húmedo. En el 1858 el Observatorio de Kew en Inglaterra disponía de un fotoheliógrafo construido por el astrónomo diletante inglés Warren de la Rue. Era un telescopio con un objetivo de 86 mm con un diafragma de 50 mm y montaba una lente ocular de Huygens acromatizada para los rayos químicos más en concreto para las radiaciones azul y violeta[9]. A partir de 1860 se pudieron documentar con el medio fotográfico muchos fenómenos astronómicos como por ejemplo los eclipses totales de Sol, considerados eventos extraordinarios para el estudio de la corona, visible solo en el momento de plena totalidad.

4.1.- Identificación de las técnicas fotográficas: desde el daguerrotipo a la revolución del siglo XX

La fotografía se puede considerar, desde un punto de vista estrictamente técnico, como una serie de métodos diseñados para obtener imágenes mediante la acción fotoquímica de la luz sobre determinadas sustancias químicas.

Me gustaría describir la historia de los procesos fotográficos como un camino que incluye la importancia de reconocer las diversas técnicas de trabajo que han permitido la ejecución de documentos fotográficos. Su comprensión es fundamental para un futuro

---

[8] Calisi, M. (1996), Le origini della fotografía astronomica, *XVI Congresso Nazionale di Storia della Fisica e dell'Astronomia:* 22 a 25 maggio, Como, Universitá degli Studi di Milano, Istituto di Fisica Generale Applicata, p.2.

[9] Vaucouleurs, De, G. (1958), *La photographie astronomique du daguerréotype au télescope électronique*, Paris, Albin Michel, pp. 13 – 30.

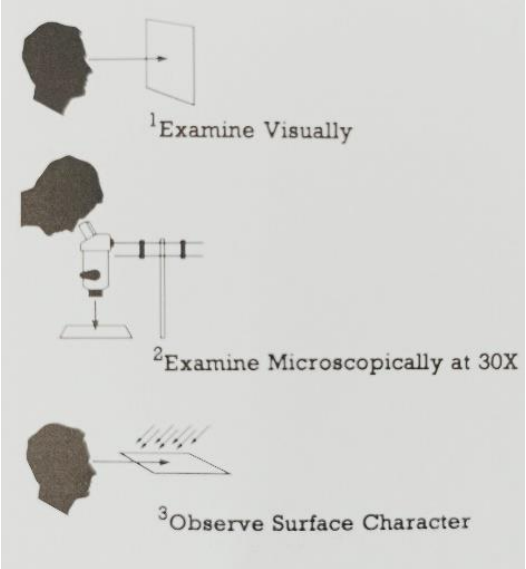
proyecto de conservación y restauración, acto que debe ser estrictamente delegado a personal especializado. A menudo ocurre que, dentro de las colecciones fotográficas, se pueden encontrar técnicas difíciles de identificar, como la tinta fotomecánica o las pigmentadas. Estas técnicas aumentan la confusión y complican la identificación, pero, no obstante, existen métodos que te permiten reducir el margen de error y ayudan a reconocer los materiales constitutivos de una fotografía.

Para identificar una fotografía, podemos usar un análisis visual simple o usar una lente o un microscopio. La simple observación visual permite acotar el campo de investigación e identificar la imagen como tal, a través de las características superficiales, tales como: la presencia del *espejo de plata*, signo inequívoco de que el procedimiento es plata, o el reconocimiento de su color. En ocasiones, la degradación puede alterar el color original, pero también puede ser una pista para el reconocimiento de algunas técnicas, como la albúmina, que tiende a amarillear con el tiempo. Para juzgar el color de los originales, es preferible la observación con luz natural; de lo contrario, la luz artificial podría conducir a un error de juicio.

Además del reconocimiento visual, podemos ver en las Figuras 1, 2 y 3 existen una serie de herramientas disponibles: cursos de formación, libros de guías a la identificación como el *Flowchart for Identification Guide* una ficha muy detallada de la identificación de las técnicas fotográficas que se encuentra como anexo al libro de Reilly, J.M., (1986), *Care and Identification of 19th Century Photographic Prints*, Rochester, NY, Eastman Kodak Company, o el libro de Scaramella, L., (2003), *Fotografia, storia e riconoscimento dei procedimenti fotografici,* Roma, De Luca Editori D'Arte. También podemos contar con el uso de instrumentos de ampliación entre 10x y 30x, algunos son monoculares con luz interna y son de bajo precio, generalmente se apoyan sobre la superficie fotográfica, por lo que es necesario protegerla creando un soporte hecho con un cartón en pH neutro para que el instrumento pueda posarse en los bordes del cartón y no en el original. Para un análisis más minucioso podemos contar también con microscopios binoculares con posibles ampliaciones de 5x a 30x, estos instrumentos no apoyan directamente sobre la superficie fotográfica.

Al examinar una superficie fotográfica con el microscopio, en particular para las copias positivas, nos daremos cuenta que cada una de ellas tiene ciertas características. De hecho, hay que recordar que a lo largo del siglo XIX y en las primeras décadas del XX se usaron para tratar las superficies de los fototipos diferentes barnices, tanto con una finalidad protectora (como en el caso de las placas) como por un uso estético (porque daba mayor brillo a la imagen). Cuando se encuentran estos tipos de originales, su identificación es bastante difícil y problemática especialmente cuando nos enfrentamos a fenómenos de envejecimiento o interacción con la superficie del propio fototipo, en este caso si se quiere intervenir con una limpieza y posterior restauración se deben afrontar cuestiones aún en debate en la actualidad, como la posible eliminación de estas capas históricas[10].

[10] Scaramella, L. (2003), *Fotografia, storia e riconocimento dei procedimenti fotografici*, Roma, De Luca Editori D'Arte, pp. 149 - 152



Examen visual

Examen por ampliación a 30X

Observación de las características de la superficie fotográfica

Figura 1: Metodología para examinar las características de una fotografía

Nota. Adaptado de Flowchart for Identification Guide, Care and Identification of 19th Century Photographic Prints, J. M. Reilly, 1986, Eastman Kodak Company

Figura 2: Guías para la identificación y conservación de la fotografía

Figura 3: Distintos modelos de ampliación

Un buen método para identificar procesos de impresión fotográfica es el análisis estratigráfico donde se identifica el tipo de estructura a través de una sección vertical, proporcionando así información útil sobre las características de la emulsión y la imagen final; según este método, los procesos de impresión se clasifican en: una capa, dos capas y tres capas.

Los procesos de una capa representados en la Figura 4 se denominaron *sin capa,* es decir, la imagen se forma directamente sobre las fibras del soporte de papel y no requiere el uso de aglutinantes. Son los procedimientos que se identifican en calotipos (negativos sobre papel) copias en papel a sal y copias en papel a sal férrica: cianotipo, platinotipo, kallytipia.

En la Figura 5 podemos ver la estructura de los procesos de dos capas, la imagen comienza a desprenderse del soporte formando una capa sobre las fibras del soporte de papel caracterizado por un aglutinante. Son los procedimientos que se identifican en las copias a la albúmina, copias al carbón, copias al bromóleo.

En las fotografías realizadas con los procesos de tres capas, cuya estructura es visible en la Figura 6, se distinguen una primera capa compuesta por el soporte primario, es decir el papel, la segunda está compuesta por una capa de barita (sulfato de bario) que tiene la función de cubrir completamente las fibras del papel, la tercera va cargada con el aglutinante (colodión o gelatina). Los procesos positivos caracterizados por esta estructura son: las fotografías Printing-out-Paper (POP), colodión y gelatina de ennegrecimiento directo (papeles de celoidina, papeles de citrato y aristotipos) y las fotografías Developint-out-Paper (DOP) papel a la gelatina por revelado. Hacia 1970 se lanzaron al mercado papeles fotográficos que tenían características distintas a los papeles con barita. La fotografía caracterizada con capa de barita fue reemplazada en un primer momento por pigmentos de polietileno y luego por una capa de polietileno, que tenía la característica de acelerar los tiempos de tratamiento (revelado, fijación y lavado) hoy en día todavía se utilizan para fotografías en blanco y negro y para color[11].

[11] Berselli, S., Gasparini, L. (2000), pp.34-35

Figura 4: Fotografía a una capa, el compuesto fotosensible se dispersa directamente en las fibras de papel

Figura 5: Fotografía a dos capas, el compuesto fotosensible se dispersa en un aglutinante sobre el soporte de papel

Figura 6: Fotografía a tres capas, la barite está presente entre el soporte de papel y el aglutinante con el compuesto fotosensible

Nota. Adaptado de ERPAC, Dietro la fotografia: dalla catalogazione alla fruizione [Fotografía], por Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, 2017, www.ipac.regione.fvg.it/aspx/Articoli.aspx?idCon=3617&idAmb=127&idMenu=920&liv=1&idMenuP=-1

4.1.1.- Procedimientos positivos únicos: daguerrotipo, ambrotipo, ferrotipo

Daguerrotipo

El daguerrotipo nació tras la colaboración de J. Nicéphore Niépce y Jacques Mandè Daguerre pintor e inventor francés; este último realizó los primeros daguerrotipos en 1837, pero el procedimiento fue dado a conocer dos años después por el astrónomo parisino Francois Arago durante una sesión en la Academia Francesa de París en 1839. El periodo del daguerrotipo duró hasta 1865. La técnica del daguerrotipo, se caracteriza por un soporte, una placa de cobre cuyas dimensiones eran variables. La placa venía por un lado pulida con piedra pómez utilizando algodón, para convertirla en un espejo y después venía sensibilizada dentro de una caja con vapores de yodo. El yodo se combinaba con la plata de la placa llegando a adquirir un color dorado y sensible a la luz. Una vez sensibilizada la placa venía colocada en la cámara para ser expuesta por un largo tiempo. Después de la exposición, para hacer visible la imagen, se colocaba la placa dentro otro recipiente en cuyo fondo había una pequeña cantidad de mercurio. Esta venía calentada con una lámpara de alcohol cuyos vapores se depositaban en la

superficie de la placa en las zonas expuestas y de forma proporcional a la cantidad de luz recibida. La imagen aparecía más tarde, cuando la placa era sometida a la acción de vapores de mercurio. El mercurio se adhería a las zonas expuestas, formando una amalgama blanca de mercurio y plata. Las zonas no expuestas, en las que permanecía el yoduro de plata, no reaccionaban con el mercurio. El daguerrotipo se estabilizó inicialmente sumergiendo la placa en una solución de cloruro de sodio (sal de mesa), y luego después de 1840 con una solución de hiposulfito de sodio. A continuación se realizaba un lavado en agua destilada y se dejaba secar. Posteriormente, la técnica se perfeccionó mucho, tanto en términos de sensibilidad a la luz como para mejorar la estabilidad y belleza de la imagen. Los tiempos de exposición más cortos fueron posibles gracias a la creación de lentes más brillantes y a una nueva técnica de sensibilización de la placa, que ya no estaba sujeta solo a la acción de los vapores de yodo, sino a la acción combinada de más halógenos: yodo, bromo, cloro, en diferentes etapas, estos aceleradores fueron descubiertos alrededor de 1840 e hicieron el proceso más versátil. Otra mejora fue la introducción del virado al oro que se debió al físico Hippolyte Louis Fizeau. El trató el daguerrotipo con una solución de cloruro de oro combinado con hiposulfito de sodio, esta combinación se conocía como sel d'or. El oro unido con plata y mercurio, oscurecía la plata y aclaraba el mercurio aumentando el brillo y la profundidad de la imagen. Otro efecto del tratamiento con cloruro de oro fue aumentar la resistencia de la imagen. Todas estas mejoras en el proceso fueron introducidas muy rápidamente después del primer anuncio oficial de 1839. Una práctica muy habitual, además, se convirtió en la coloración realizada a mano por hábiles artesanos, lo que dio sorprendentes efectos de verosimilitud. El daguerrotipo duró unos veinte años, su reproducibilidad era su límite, de hecho, era un ejemplar único, se presentaba al mismo tiempo como una imagen negativa / positiva, una especie de Polaroid ante litteram[12].

Identificación técnica del Daguerrotipo

El daguerrotipo es una fotografía sobre una placa de metal pulida, precisamente cobre plateado, en este lado se forma la imagen que aparece negativa o positiva dependiendo de la inclinación de la placa, si aparece la imagen al inclinar la placa, estamos seguros que es un daguerrotipo. La imagen aparece tan ligera que es casi invisible, pero permanece fiel a los detalles que se reproducen con tanta precisión.

- Es una fotografía única
- Al ser muy delicados, los daguerrotipos siempre fueron montados en pequeños estuches para protegerlos de la acción del aire y la humedad. Muchas veces los daguerrotipos se coloreaban, los pigmentos también tenían el efecto de ser una delicada protección a la imagen, el formato más común era de 50x640 mm y alcanzaba también el tamaño de 165x210 mm[13].

Ambrotipo

El ambrotipo es una técnica fotográfica que determina un único fototipo como el daguerrotipo con la diferencia que utiliza como soporte el vidrio para poder fijar la imagen. Su producción viene directamente da la técnica fotográfica del colodión húmedo descrita en el capítulo 10. 4. El colodión húmedo nació en 1851 es un proceso para hacer negativos en vidrio, su inventor es el inglés Frederich Scott Archer. La sustancia del colodión es una mezcla de nitrocelulosa, alcohol y éter con sales de plata. Después,

[12] Scaramella, L. (2003), Fotografia, storia e riconocimento dei procedimenti fotografici, Roma, De Luca Editori D'Arte, pp. 23 -25
[13]Scaramella, L. (2003), pp. 194 - 195

la placa podía ser expuesta en la cámara fotográfica, revelada con sulfito de hierro y fijada con cianuro de potasio. El ambrotipo, es un negativo al colodión al cual venía dado un aspecto de fotografía en positivo añadiendo atrás del vidrio un fondo negro (barniz o tela). El proceso era más barato y venía confeccionado en un estuche como el daguerrotipo.

Identificación técnica del ambrotipo

- Es una imagen de vidrio de colodión húmedo
- La imagen es gris-marfil en negativo, este color puede cambiar significativamente según la preparación de la emulsión y el tratamiento químico.
- Colocando el negativo sobre un fondo oscuro (barniz o tela) aparece la imagen positiva
- El ambrotipo se montó en estuches de manera similar a los daguerrotipos y a menudo, se coloreaba de la misma manera.
- El ambrotipo es menos brillante que un daguerrotipo, la imagen parece opaca.
- Una característica importante es que, por muy inclinado que sea el ambrotipo, la imagen aparece siempre positiva.
- Ausencia del espejo de plata

Ferrotipo

En 1853 aparecen los ferrotipos, también llamados tintipos o melanotipos.

- Es una variante más práctica y económica del ambrotipo.
- Mismo procedimiento que el ambrotipo pero sobre una plancha de hierro ennegrecida con laca negra sobre la que se extiende el colodión.
- A menudo se cubre con una capa de barniz protector.
- El formato era variable, normalmente no superaba los 130x180 mm. Existen también álbumes compuestos por una gran cantidad de ferrotipos pequeños.
- También se pueden encontrar ferrotipos montados bajo vidrio, al igual que los ambrotipos (o daguerrotipos). A primera vista, la identificación es casi imposible, entonces se puede colocar en la parte trasera del marco un imán, si esto adhiere será un ferrotipo, en caso contrario será un ambrotipo.
- Ausencia del espejo de plata[14].

4.1.2.- Procesos de impresión argénticos: papel a la sal, papel albúmina, fotografía estereoscópica, aristotipos (P.O.P.) papel a la gelatina (D.O.P.), papel de polietileno (PET), color

Papel a la sal

El papel a la sal se considera el primer proceso de impresión en la historia de la fotografía, el periodo de su utilización fue a partir de 1839 hasta 1855/60. Es una copia en positivo por ennegrecimiento directo de un calotipo, un negativo sobre papel inventado por William Henry Fox Talbot. El papel utilizado era de mayor gramaje respecto al papel utilizado para realizar el calotipo, era sin impurezas y generalmente encolado antes de la preparación. El encolado, realizado con soluciones diluidas de gelatina o almidón, evitaba una penetración excesiva de sustancias químicas en las fibras del papel y permitía obtener imágenes más brillantes ya que los granos de plata se mantenían en la superficie de las fibras de celulosa. El papel se trataba con una

[14] Scaramella, L. (2003), pp.197 - 198

solución diluida de cloruro de sodio y una vez seco, con una solución más concentrada de nitrato de plata, formándose así cloruro de plata con el exceso necesario de nitrato. El papel venía puesto en contacto con el negativo en un marco con vidrio y se exponía a la luz solar, después de poco tiempo avenía el ennegrecimiento directo del papel y aparecía la imagen en positivo del negativo. Después de la impresión, el papel venía lavado con agua para eliminar el exceso de nitrato de plata, se hacía un baño fijador en la solución de hiposulfito de sodio para estabilizar la imagen.

Identificación técnica del papel a la sal

- Proceso de impresión de ennegrecimiento directo de un calotipo o un negativo sobre una placa de vidrio.
- En la Figura 7 podemos observar con una ampliación 50x de un papel a la sal, la imagen está formada directamente sobre las fibras del papel.
- El color característico del papel salado, elemento útil para la identificación, es generalmente marrón-rojo como descripto en la Figura 8.
- No hay espejo plateado.
- Dependiendo de la utilización de productos para el procedimiento del baño fijador, el papel a la sal puede cambiar de color, por ejemplo, con un baño fijador con cloruro de sodio daba un color rosa o lila.
- Las copias se realizaron en un papel de un gramaje suficientemente grueso y a veces no se pegaron sobre cartón.
- Es un proceso altamente personalizado[15].

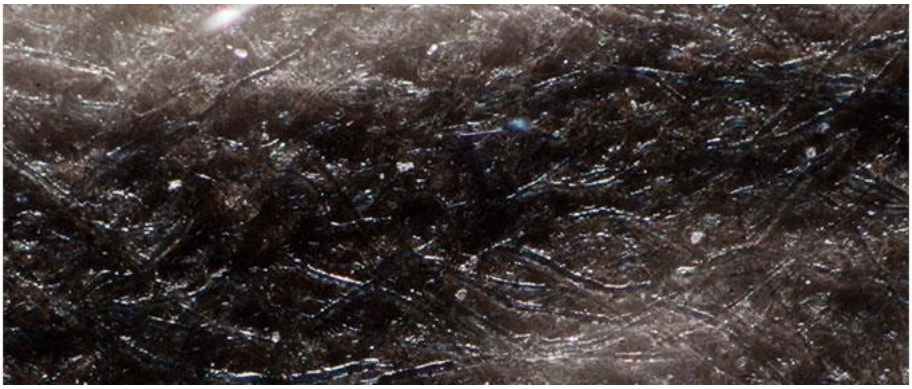


Figura 7: Ampliación 50x de un papel a la sal, la imagen se forma directamente sobre las fibras del papel.

Nota. Adaptado de Graphics Atlas [Fotografía], por Image Permanence Institute (IPI), 2020 www.graphicsatlas.org/media/images/id/salted_paper_overview_paperfibers_fullscreen.jpg

[15] Scaramella, L. (2003), pp. 204 - 206

Figura 8: Característico color marrón-rojo, ampliación 30x de un papel a la sal.

Nota. Adaptado de Graphics Atlas [Fotografía], por Image Permanence Institute (IPI), 2020, www.graphicsatlas.org/media/images/id/salted_paper_magnification_image2_fullscreen.jpg

Papel de albúmina

A principios de los años cincuenta del siglo XIX, el material de impresión para negativos de colodión fue el papel de albúmina introducido por L. D. Blanquard Evrard, que se convirtió en el complemento ideal para la impresión de colodión. El papel de albúmina fue esencialmente una modificación del primer proceso de impresión fotográfica: el papel a la sal. Si bien esta técnica se preparaba tratando el papel con una simple solución salina agregada con una pequeña cantidad de gelatina o almidón, el medio acuoso en la albúmina se reemplazó por una solución pegajosa de sal en la albúmina. En la clara de huevo separada de la yema, se añadía cloruro de sodio (o amonio) para batirlo y transformar la clara en nieve (la presencia de sal fue esencial para formar cloruro de plata, un componente esencial en todos los papeles de ennegrecimiento directo). El compuesto filtrado era únicamente albúmina pura en la que también estaba presente cloruro de sodio[16].

El papel tenía que ser muy puro, con una textura compacta y fina, para poder ser doblado y colocado suavemente como si flotara sobre el compuesto por una de las dos caras. Una vez secas, las hojas se cortaban en distintos tamaños y se comercializaban. El fotógrafo, en el momento de su uso, tenía solo que sensibilizar la hoja dejando flotar el lado de la albúmina en una solución de nitrato de plata: sólo en este momento el papel se volvía sensible a la luz. El nitrato hacía que la capa de albúmina fuera insoluble y estuviera lista para la exposición. La presencia de albúmina formaba una capa fina y brillante sobre el papel (contrariamente al aspecto opaco del papel salado), la imagen se quedaba en la superficie entre el soporte del papel y la capa brillante de albúmina. El papel de albúmina se introducía en un baño fijador con la solución de hiposulfito de sodio para estabilizar la imagen y después podía ser virada al oro confiriendo tonos que van desde el marrón rojizo al marrón violáceo hasta el violeta intenso. La capa de albúmina brillante daba el efecto de levantar la imagen de las fibras del papel y dio a las sombras una profundidad y una separación de tonos que no era posible con los primeros papeles con superficie mate[17].

---

[16] Alrededor de los años setenta del siglo XIX, las industrias consumían diariamente decenas de miles de huevos para realizar el papel a la albúmina. Una de las más importantes fue la empresa de explotación de la albúmina de Dresde, la más grande del mundo que consumía 60.000 huevos al día. Newhall, B. (2003), *Storia della fotografia.*, Torino, Mondadori, p. 83.

[17] Crawford, W. (1981), *L'etá del Collodio*, Roma, Ciapanna, p.54

El amarilleo, característico del papel de albúmina, se debe a que la albúmina reacciona con el nitrato de plata formando *albuminato de plata*. Este elemento químico no se puede eliminar durante el baño fijador como sucede con las demás sales de plata presentes en las otras técnicas, permanece por lo tanto a impresión terminada y con el tiempo comienza a amarillear. Otro aspecto peculiar es que muchas veces el papel de albúmina, por sus características de ligereza, delgadez, tiende a enrollarse sobre sí mismo, para evitarlo, la copias se montan casi siempre sobre un soporte rígido de cartón.

Identificación técnica del papel de albúmina

- Impresión positiva realizada por ennegrecimiento directo con negativos de colodión.
- En la Figura 9 podemos observar una ampliación 50x de un papel albúmina, la imagen está formada sobre las fibras de celulosa y no absorbida por ellas; el papel siempre será visible en las áreas claras y oscuras de la imagen.
- La superficie de la fotografía es brillante debido a la presencia de la capa de albúmina; el brillo podría ser significativamente diferente: las primeras impresiones a la albúmina son relativamente opacas o casi opacas, pero muy pronto se produjeron papeles decididamente brillantes.
- Entre los siglos XIX y XX (en el período pictórico) estaban de moda las impresiones decididamente mate conocidas como papeles *albúmina mate*, estas fotografías son difíciles de distinguir de las copias en papel a la sal.
- Otra característica de las albúminas es que el soporte del papel es muy fino precisamente por eso iban montados en soporte de cartón donde muchas veces se indicaba el nombre del fotógrafo.
- Otro elemento revelador es la presencia de grietas que caracterizan la superficie de las fotografías.
- El color amarillento es especialmente notable en las zonas claras.
- A partir desde 1870 las albúminas fueron coloreadas a mano[18].

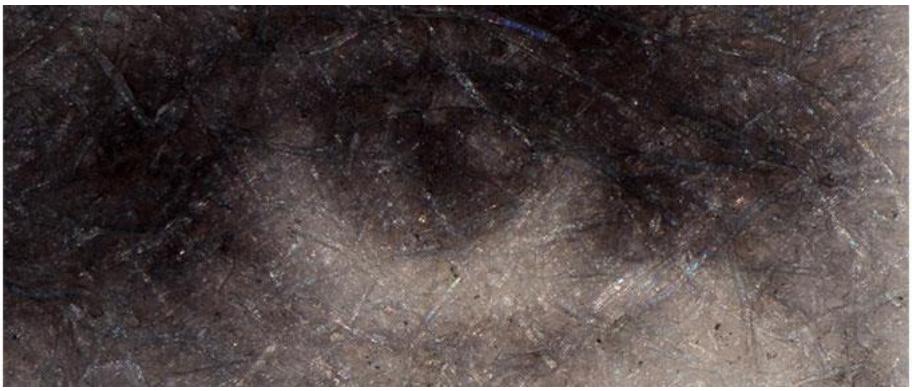


Figura 9: Ampliación 50x de un papel albúmina, las fibras de papel son visibles bajo el ligante de albúmina.

Nota. Adaptado de Graphics Atlas [Fotografía], por Image Permanence Institute (IPI), 2020, www.graphicsatlas.org/media/images/id/albumen_overview_paperfibers_fullscreen.jpg

[18] Scaramella, L. (2003), pp. 85, 86, 208, 209

La fotografía estereoscópica

La fotografía estereoscópica es una técnica que permite la simulación de la visión tridimensional y se basa en la teoría científica del físico inglés Charles Wheatstone en 1832 *de que el cerebro humano combina las imágenes que aportan separadamente cada uno de los ojos para formar la ilusión de un mundo tridimensional*[19]. La teoría de Wheatstone fue aplicada a la fotografía a partir desde la invención del daguerrotipo hasta llegar a las películas diapositivas Kodachcrome en 1930. Tradicionalmente la fotografía estereoscópica suponía la toma de dos fotografías hechas desde posiciones ligeramente diferentes. La separación entre las dos posiciones desde donde se toman las fotos se corresponde con la distancia existente entre los ojos de una persona. Para recrear la impresión de profundidad, la técnica para visualizar este tipo de fotografías, debe permitir que cada ojo vea tan solo una de las dos fotografías. Las primeras fotografías estereoscópicas se realizaban con una sola cámara que se movía ligeramente entre la primera y segunda toma y se podía observar el efecto tridimensional a través de la máquina estereoscópica de Wheatstone. Al principio de la segundad mitad del siglo XIX se realizaron las cámaras con dos objetivos (cámaras binoculares o estereoscópicas). Estas producían dos imágenes juntas en un único negativo en soporte de vidrio al colodión húmedo. Los positivos de los negativos al colodión húmedo, eran copias a la albúmina que se observaban con un visor especial diseñado por David Brewster en 1849 y después sustituido por el visor diseñado en 1859 por Oliver W. Holmes. Las estereoscopias se dividieron en dos tipos según el modo de visión: directa o por transparencia. El método de visión directa se realizaba con fotografías en papel con soporte en cartón. Las segundas llamadas *tiessue stereograph*, se obtuvieron sensibilizando un papel fino a la albúmina, para que tuvieran transparencia, normalmente estas copias fotográficas eran positivos de un negativo en placa de vidrio al colodión húmedo. Algunas fueron coloreadas a mano y algunas fotografías estereoscópicas que presentaban imágenes correspondientes a aberturas, como por ejemplo las ventanas de una casa, fueron perforadas para dejar pasar la luz y enfatizar aún más la ilusión de la tercera dimensión[20].

Identificación de la técnica estereoscópica sobre papel a la albúmina

- Copias en papel a la albúmina
- La estereoscopia está constituida por un soporte de cartón y dos fotografías a la albúmina pegadas una al lado de otra.
- Las fotografías representan el mismo sujeto tomado en dos posiciones ligeramente diferentes
- El papel a la albúmina puede ser coloreado a mano
- El soporte de cartón es plano y coloreado
- La estereoscopia necesita un visor especial para poder observar el efecto tridimensional [21].

Aristotipos: papel al colodión y gelatina Printing-out-Paper (P.O.P.)

El aristotipo se caracteriza por el papel con ennegrecimiento directo. A partir de 1884, fueron comercializados dos tipos de aristoripos que eran muy similares entre ellos por tanto la identificación de estas dos técnicas puede resultar un problema. Los aristotipos en papel a la gelatina venían llamados Papeles de Citrato (1855-1940) y los aristotipos

[19] Fuentes De Cía, A. (1999), Notas sobre fotografía estereoscópica, *Los Hermanos Faci. Fotografía*,
[20] Berselli, S., Gasparini, L. (2000), pp. 44-47
[21] Scaramella, L. (2003), pp.74 - 76

al colodión venían llamados Papeles de Celoidina (1855-1930). Estos papeles, a diferencia de los papeles de albúmina, se caracterizaban por la presencia de barita, es decir, antes de que se extendiera la capa de emulsión fotosensible en la que se habría originado la imagen, el papel se cubría con una pátina blanca uniforme de gelatina agregada con sulfato de bario (barita), que tenía la finalidad de aislar la capa de emulsión de las fibras del papel permitiendo obtener impresiones más brillantes. Estos nuevos papeles de barita podían teñirse (los colores más habituales eran el rosa o el azul). El resultado final de estas tarjetas de barita fue generalmente muy brillante. Los aristotipos no siempre se sometieron al tratamiento de barita (especialmente en los primeros años) y, por lo tanto, ocasionalmente puede ocurrir que se puedan observar a un microscopio las fibras del soporte de papel. Entre los siglos XIX y XX también se introdujo un papel muy popular para el retrato con emulsión a base de colodión y con un acabado mate muy particular: el papel *colodión-mate* que quería parecerse lo más posible a las impresiones de platino[22].

Identificación técnica de los aristotipos: papel al colodión y gelatina Printing-out-Paper (P.O.P.)

- Distinguir un aristotipo de papel a la gelatina con uno de colodión puede presentar dificultades considerables: con un examen visual y también el uso de uno instrumento de ampliación es difícil detectar diferencias significativas.
- Los aristotipos al colodión se pueden identificar si presentan grietas al microscopio y si estas a la hora de ser observadas con una luz ultravioleta muestran una iridiscencia. Se puede realizar otro examen bastante rápido colocando una pequeña gota de agua o alcohol etílico en el borde de las impresiones; si se trata de un colodión, la gota de agua no hincha la superficie (como lo hace en la gelatina), mientras que con una gota de alcohol etílico, el colodión absorbe el alcohol y se hincha (al contrario, gelatina).
- En la Figura 10 podemos ver en el aristotipo al colodión P.O.P la presencia de la barita visible por abrasión.
- En la Figura 11 es posible observar un aristotipo a la gelatina con abrasiones profundas en el aglutinante de gelatina. La gelatina es más suave que el colodión. Las abrasiones presentes en el aristotipo al colodión P.O.P dan como resultado la pérdida total del aglutinante que revela la barita debajo, mientras que esto es menos común en la gelatina P.O.P.
- En los aristotipos a la gelatina se puede ver la presencia del espejo de plata[23].

[22] Scaramella, L. (2003), pp. 88, 89
[23] Scaramella, L. (2003), p.213

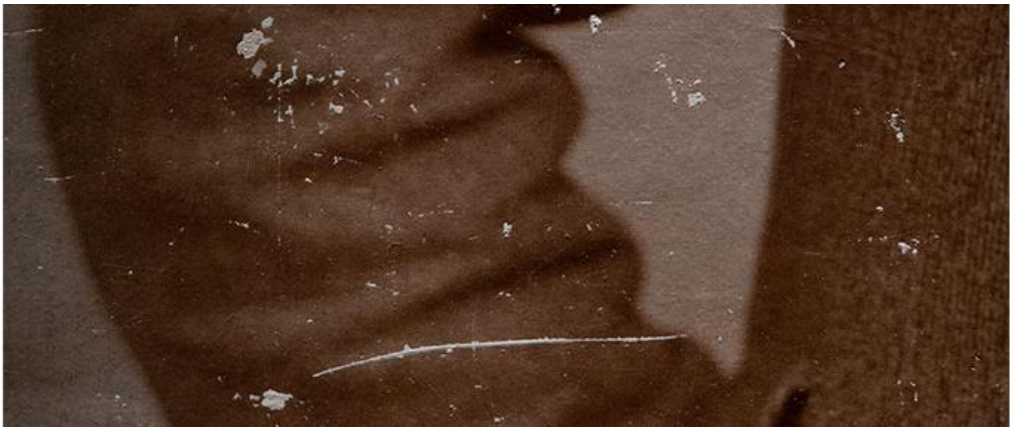


Figura 10: Aristotipo a colodión, presencia de barita visible por abrasión.

Nota. Adaptado de Graphics Atlas [Fotografía], por Image Permanence Institute (IPI), 2020, www.graphicsatlas.org/media/images/id/collodion_id_overview_abrasions_fullscreen.jpg

Figura 11: Aristotipo a la gelatina, abrasiones que revelan muy poco la capa de barita

Nota. Adaptado de Graphics Atlas [Fotografía], por Image Permanence Institute (IPI), 2020, www.graphicsatlas.org/media/images/id/gelatin_pop_surface_deterioration_fullscreen.jpg

Papel a la gelatina de revelado Developint-out-Paper (D.O.P)

La nueva técnica de papeles a gelatina (similares a los contemporáneos) entró en uso muy lentamente durante el siglo XX, la primera razón estaba ligada al gusto del público que todavía estaba acostumbrado a los tonos marrones del papel de ennegrecimiento directo y no aceptaba el color gris de estos papeles. Otra razón fue la alta sensibilidad a la luz de los papeles de revelado, que al día de hoy viene considerado como una característica positiva, pero en aquella época la alta sensibilidad del material a la luz, constituía una molestia para los fotógrafos porque tenían que trabajar en totalidad oscuridad ya que estaban acostumbrados a trabajar en penumbra. Al final del siglo XIX, se introdujo el papel a la gelatina llamados gasligth. Su uso era un híbrido entre el papel de ennegrecimiento directo y el papel de revelado. En la fase de revelado, estos tipos de papel permitían trabajar con una luz floja en el cuarto oscuro sin obligar el fotógrafo a trabajar en la oscuridad, la imagen aparecía por revelado y proporcionaba buenos resultados de impresión con un tiempo de exposición breve. Su nombre, que significa *luz de gas*, deriva del hecho de que las copias se podían manipular con la linterna de luz a gas al mínimo. El papel venía expuesto por contacto con el negativo dentro de un

marco a la luz de la linterna y después la copia venía revelada. Alrededor de 1920, el papel a la gelatina de revelado se volvió dominante[24].

Identificación técnica del papel a la gelatina de revelado (D.O.P)

La técnica del papel a la gelatina gaslight presenta la capa de barita. El reconocimiento de estos primeros papeles a la gelatina de revelado puede presentar dificultades:

- Si se efectúa un examen visual el color de la imagen es gris más o menos neutro y con un análisis al microscopio, las fibras del papel son visibles, recubiertas con una capa de gelatina tanto en las zonas oscuras como en las claras, es muy poco probable que tengan una superficie completamente brillante. El grosor de la capa de barita puede variar. Estas características pueden verse en la Figura 12.
- A partir del siglo XX el papel gelatina de revelado lleva una capa de barita en su composición técnica, por este motivo su identificación es relativamente sencilla, el color de la imagen es gris neutro, observando la fotografía al microscopio, no se notan las fibras de papel, la fotografía se presenta lisa y es caracterizado del fenómeno de degradación del espejo de plata[25]. Podemos ver algunas de estas características en la Figura 13.

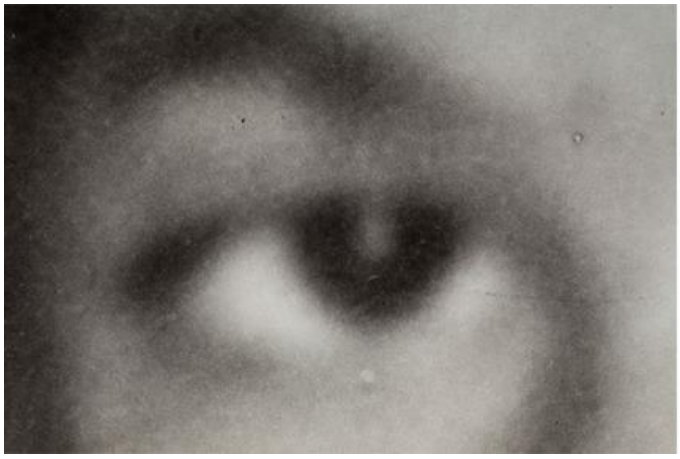


Figura 12: Papel gelatina de revelado gaslight

Figura 13: Papel gaslight con meno grosor de barita

Nota. Adaptado de Graphics Atlas [Fotografía], por Image Permanence Institute (IPI), 2020
www.graphicsatlas.org/media/images/id/gelatin_dop_overview_baryta_fullscreen.jpg

Papel de polietileno PET (polyethylene terephtalate)

A finales de los años sesenta del siglo XX se empezó a recubrir en los lados rectos y verso del papel, una capa muy fina de polietileno. A la capa extendida por el verso del papel se le añadió óxido de titanio, de color blanco, que tenía las mismas funciones que la capa de barita; el soporte venía de esta manera impermeabilizado para luego poder extender la emulsión sensible. Estos nuevos papeles son hoy en día los más difundidos, permiten un procedimiento de impresión y revelado muy rápidos. Las mejoras introducidas en los últimos años han permitido que estos materiales alcancen resultados bastante buenos, aunque no comparables a los que se pueden obtener con los papeles tradicionales no plastificados generalmente llamados *baritado* que se distingue del *tereftalato de polietileno*.

[24] Scaramella, L. (2003), pp.89, 90
[25] Scaramella, L. (2003), pp.212, 213

Color: autocromías

Hacia la segunda mitad del siglo XX, asistimos al auge de la fotografía en color. La introducción de la emulsión a base de gelatina y su sensibilización a los distintos colores hizo posible crear el primer proceso en color comercializado en la historia de la fotografía. Los hermanos Louis y Auguste Lumière de Lyon desarrollaron las primeras placas en color en 1904, inventando las autocromías, basadas en el sistema de la síntesis aditiva del color. Empezaron a difundirse a partir de 1907. El método se caracterizaba por una sucesión de capas sobre una placa de vidrio: se procedía poniendo con una capa única de partículas coloreadas (los colores utilizados eran rojo anaranjado, verde y violeta) mezclada con fécula de patata a la cual se extendía una capa de barniz impermeable y después se añadía una capa de gelatina y sal de plata. La placa se exponía al revés de las placas corrientes para que la luz atraviese la retícula coloreada antes de llegar a la emulsión sensible. Prácticamente, la placa se colocaba en la cámara fotográfica con el lado del soporte de vidrio hacía el objetivo. La luz atravesaba los granos de color donde era filtrada y, finalmente, impresionaba la emulsión fotográfica. Se obtenía un negativo a color que venía tratado con un procedimiento de inversión para obtener un positivo: después del revelado las zonas expuestas a la luz que aparecían negras, venían eliminadas con un procedimiento llamado *blanqueamiento* la placa así venía expuesta otra vez en la cámara por el lado de la emulsión, de manera de impresionar la emulsión que quedaba en el soporte, en fin, se revelaba otra vez. Las autocromías deben observarse con el lado de la emulsión hacia el observador, a diferencia de las placas negativas, el procedimiento se mantuvo en uso hasta la introducción de los materiales de color actuales, alrededor de 1935. Una autocromía era un original único de producción compleja, podemos observar en la Figura 14 los detalles de la estructura de su emulsión comparándola con la Figura 15 que representa la estructura de otras autocromías como Finlay y Dufaycolor que se difundieron a partir de 1920. Estas autocromías se caracterizaban por el hecho de tener la emulsión distribuida a través de un reticulado que se obtenida mecánicamente de forma geométricamente regular con la síntesis aditiva. Las imágenes obtenidas con este procedimiento eran siempre diapositivas, más ricas en detalles y más estables. Estas técnicas desaparecieron entre el 1940 - 1950, suplantadas por la película Kodachrome de Kodak, seguida en 1936 por la Agfacolor de AGFA y posteriormente por la Ektachrome de Kodak en 1946 caracterizadas por el revelado cromógeno. Se basa en la utlización del revelador de color que ennegrece la plata de la imagen latente y hace que los copulantes formen tinte de color complementario al de la sensibilidad de cada capa[26].

[26] Scaramella, L. (2003), pp.96, 97

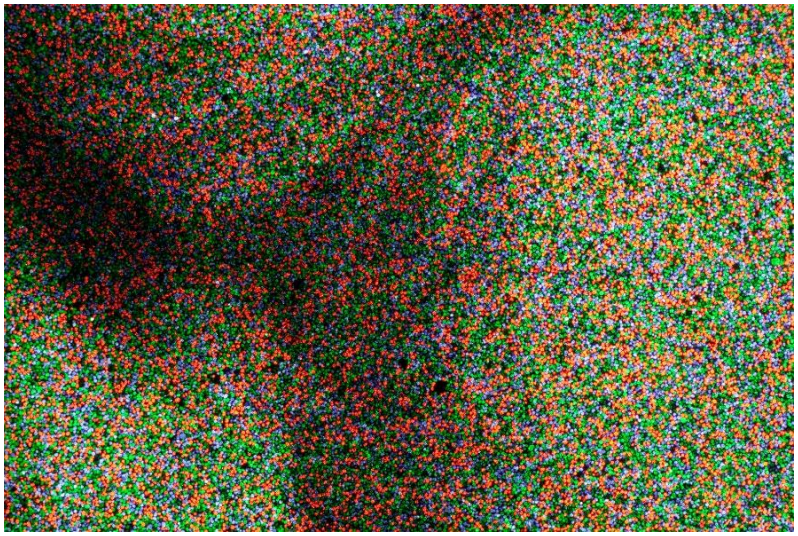


Figura 14: Autocromía, detalle de estructura de la emulsión fotográfica.

Nota. Adaptado de Graphics Atlas [Fotografía], por Image Permanence Institute (IPI), 2020, www.graphicsatlas.org/primary-image-larger/?magnification=6&side=Front&angle=45

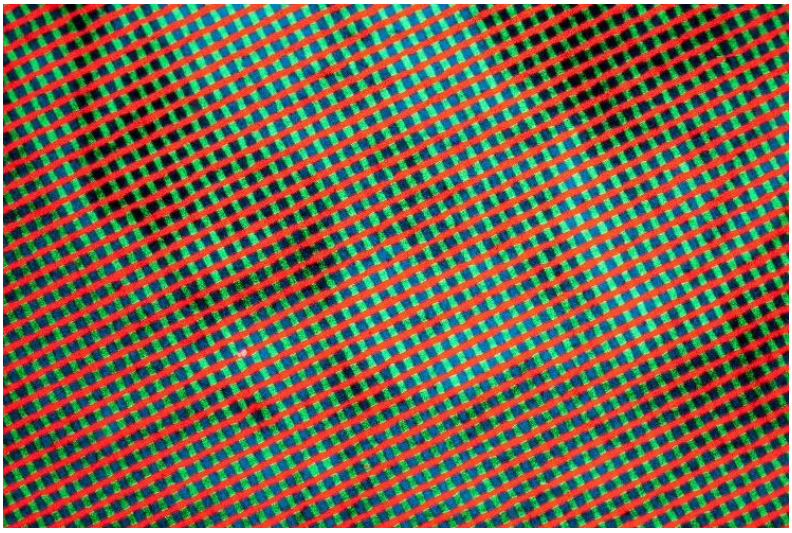


Figura 15: Autocromía Dufaycolor, reticulado mecánico

Nota. Adaptado de Graphics Atlas [Fotografía], por Image Permanence Institute (IPI), 2020, www.graphicsatlas.org/primary-image-larger/?magnification=6&side=Front&angle=45

Los materiales fotográficos cromogénicos se pueden dividir en dos tipos: películas negativas y películas negativas reversibles (diapositivas). Ambas estructuras son idénticas compuestas por tres capas de emulsión sensibles a los tres colores básicos. Las capas están separadas por filtros que evitan la transmisión de colores no deseados en las sucesivas capas, por lo que, al revelar la película de color, cada capa sensible a un color revela una imagen cuyo color es el complemento del sujeto: el rojo será cian, el azul será amarillo y el verde será magenta. La diferencia entre los dos tipos de película está en el tratamiento químico, también conocido como detector cromogénico: revelado normal para negativos, tratamiento de inversión para las diapositivas. Las ventajas del color obtenido con el proceso de revelado cromogénico fueron muchas: ya no existía la necesidad de un reticulado mecánico para la síntesis aditiva, entonces las diapositivas

eran mucho más transparentes, sin granulosidad, la sensibilidad era mayor y además se podían realizar variantes para la reproducción del color; por tanto, es posible obtener diapositivas, negativos y copias en color utilizando siempre la misma tecnología de base. En las últimas décadas, el término *chrome* ha indicado todos los materiales para las diapositivas (Agfachrome, Ektachrome, Fujichrome, Kodachrome, etc.) y con color todo el material de negativos destinados al proceso negativo-positivo, para la producción de copias (Agfacolor, Ektacolor, Fujicolor, Kodacolor, etc.)[27].

4.1.3.- Procesos de impresión no argénticos

Procesos pigmentarios

A principios de los años cincuenta del siglo XIX, los problemas de desvanecimiento y alteraciones de las imágenes con ennegrecimiento directo llevaron a la investigación un estudio más profundo de los efectos de la luz sobre diversas sustancias. Uno de los primeros procesos denominados no plateados o alternativos fue el de Alphonse Poitevin con la invención del proceso carbón, una de las técnicas de impresión más refinadas de la historia de la fotografía. Los procesos bicromatados fueros introducidos a lo largo del siglo XIX, la identificación técnica de estos procesos puede suponer una complicación importante ya que este tipo de práctica es fundamental para una correcta datación de los documentos iconográficos, así como para su conservación y restauración. Las técnicas de los procesos bicromatados se perfeccionaron en la época pictórica (siglos XIX-XX), son caracterizados por las sales de ácido crómico como: bicromatos de potasio, sodio y amonio. Los bicromatos son insensibles a la acción de la luz, pero si se mezclan con una sustancia aglutinante como gelatina, goma arábiga, albúmina, se convierte en fotosensible. La gelatina, o goma arábiga, tratada con bicromato y expuesta a la luz, se vuelve insoluble en una cantidad directamente proporcional a la luz recibida. También se denominan procedimientos de insolubilización. Los más famosos e importantes en fotografía fueron: el procedimiento al carbón, la goma bicromatada, el proceso de óleo y bromoleo, ya que todas estas técnicas se basan en los mismos principios, quiero describir en particular la técnica de la goma bicromatada.

Goma bicromatada

La impresión con goma bicromática se consigue gracias al uso de la goma arábiga como aglutinante. Una diferencia con la gelatina es que la goma es soluble en agua fría, mientras que la gelatina es soluble solo en agua caliente, y su origen es vegetal y no animal. En el proceso de la goma bicromatada se aplica al soporte de papel con un pincel una capa de solución de goma arábiga coloreada con la adición del bicromato de potasio. La impresión de la técnica se realiza cuando la capa está seca, arriba del papel se pone el negativo y por contacto se impresiona el positivo. Después se revela simplemente sumergiendo la fotografía en agua a temperatura ambiente, esto quita la goma soluble (es decir, las áreas que no han sido expuestas a la luz) dejando las áreas expuestas a la luz con el pigmento, formando así la imagen.[28] La textura del papel debe ser suficientemente rugosa para que la capa de la goma bicromatada insoluble pueda dejar los tonos más claros. Se pueden utilizar tres tipos de pigmentos para la impresión: para acuarela, para aguada y tempera. Estos pigmentos no están sujetos a variaciones inducidas por la exposición a la luz, humedad, humos químicos en la atmósfera y no reaccionan cuando se mezclan con el sensibilizador o con otros pigmentos[29].

---

[27] Berselli, S., Gasparini, L. (2000), pp.58-64
[28] Scaramella, L.(2003), pp.132 -134

Identificación técnica de la goma bicromatada

- La dificultad en la identificación puede ocurrir cuando tenemos que distinguir una copia a la goma bicromatada y una copia al carbón.
- La primera diferencia está en el aglutinante utilizado, para la impresión de la goma bicromatada se utiliza goma arábiga y para el carbón la gelatina.
- Como podemos ver en la Figura 16, la imagen está formada por una capa de goma colorada que, como en el caso de la impresión al carbón, es más gruesa en las sombras y más fina en las zonas claras.
- La imagen de la impresión de carbón está formada por una capa en relieve de gelatina coloreada sobre un soporte de papel gelatinoso, la capa pigmentada constituye la propia imagen. Los detalles son visibles en la Figura 17.
- La impresión de la goma bicromatada es menos definida que la impresión de carbón, el efecto suele ser granulado, tanto por el tipo de papel utilizado, como porque la goma durante el revelado en agua tiende a producir un resultado considerado muy de efecto y luego, a diferencia del carbón, eran posible la intervención manual del autor.
- Durante la técnica del transporte (técnica utilizada para el proceso del carbón que servía para estabilizar la imagen transfiriéndola sobre otro papel a la gelatina), se producían pequeños daños, que es posible notar con una observación al microscopio pequeños desprendimientos de la capa, que muestran la superficie del soporte, y algunas veces barita.
- A diferencia de la impresión al carbón, la impresión a la goma bicromatada podría ser policromada: el fotógrafo podría crear en la impresión múltiple capas de goma de diferentes colores en la misma imagen e impresión.
- Los colores de la impresión al carbón pueden ser variados, pero eran casi siempre marrones, negros o más o menos neutros, y a menudo en las áreas más oscuras de la impresión de la goma puede haber grietas en la capa. En el carbón este fenómeno es ausente [30].

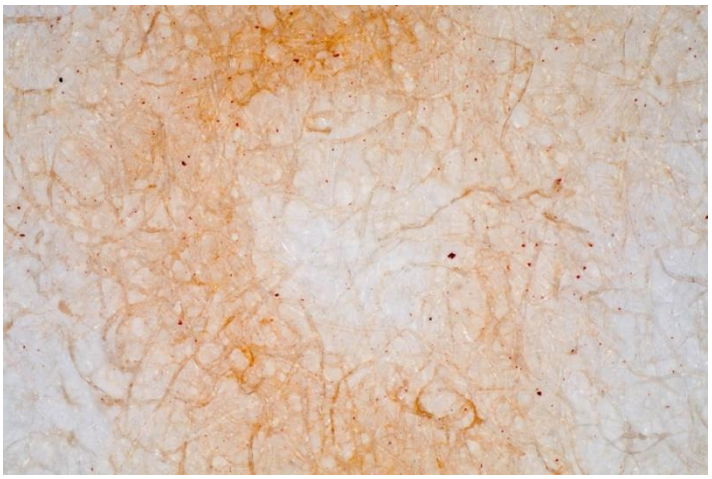


Figura 16: Goma bicromatada, detalle de la imagen formada por una capa de goma colorada más gruesa en las sombras y más fina en las zonas claras.

Nota. Adaptado de Graphics Atlas [Fotografía], por Image Permanence Institute (IPI), 2020, www.graphicsatlas.org/primary-image-larger/?magnification=6&side=Front&angle=45

[30] Scaramella, L. (2003), pp. 131 - 134, pp. 209 - 211

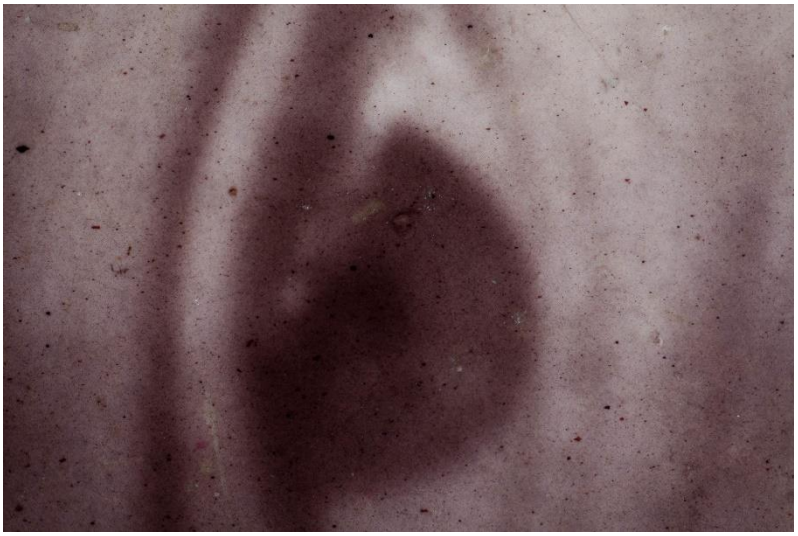


Figura 17: Copias al carbón, detalle de la imagen formada por una capa en relieve de gelatina coloreada sobre un soporte de papel gelatinoso, la capa pigmentada constituye la propia imagen.

Nota. Adaptado de Graphics Atlas [Fotografía], por Image Permanence Institute (IPI), 2020, www.graphicsatlas.org/primary-image-larger/?magnification=6&side=Front&angle=45

Procesos a las sales metálicas

Los procedimientos con sales férricas tienen su origen en 1839, cuando J. Herschel, estudiando la sensibilidad a la luz de los compuestos de hierro, obtuvo el primer procedimiento cianotípico, con el que se obtienen imágenes de un azul intenso. Se destacan las técnicas: cianotipia, platinotipia, kallytipia. Las sales de hierro existen en dos formas, sales ferrosas y sales férricas. Las sales férricas tienen la propiedad de transformarse en ferrosas si se exponen a la luz durante un tiempo suficiente. Si un soporte se sensibiliza con una solución de sal férrica y se expone a la luz, tendríamos una imagen compuesta por sales ferrosas (zonas expuestas a la luz) y sales férricas (zonas no expuestas). El proceso de la sal de hierro se realiza extendiendo sobre el papel una mezcla de sal férrica, nitrato de plata o cloruro de platino, el papel así preparado se expone a la luz por contacto directo con un negativo. La luz transforma la sal férrica en sal ferrosa que a su vez reducirá el otro compuesto en el papel, si el compuesto está formado por nitrato de plata tendremos una imagen compuesta de plata metálica, si en cambio es presente cloruro de platino obtendremos una imagen compuesta por platino metálico. En base a que las tres técnicas fotográficas mencionadas antes se caracterizan por los mismos principios técnicos, quiero describir en particular impresión a la cianotipia[31].

Cianotipia

La técnica fue inventada por Sir John Herschel en 1842, representa unos de los procesos de impresión más antiguos y es una técnica por ennegrecimiento directo. La realización de la técnica consistía en realizar una mezcla con una sal de hierro, normalmente citrato de amoniaco férrico y ferrocianuro de potasio. Después, una pequeña parte del compuesto venía aplicado al papel con una brocha. Se dejaba secar y se exponía a la luz poniendo encima el negativo que se quería imprimir. La exposición

[31] Scaramella, L. (2003), pp.138, 139

del papel sensibilizado y expuesto junto con el negativo, venían montados en un marco con cristal. El citrato férrico, durante la exposición a la luz, se transforma en citrato ferroso, este último, a su vez, transforma el ferrocianuro de potasio en compuestos insolubles como el azul de Prusia y el azul de Turnbull, conocidos por su color azul intenso. El color es una de las características de la identificación de un cianotipo. Después de ser impreso el cianotipo venía revelado en agua y puesto en un baño fijador en la solución de hiposulfito de sodio para estabilizar la imagen.

Identificación técnica de la cianotipia

- El reconocimiento del cianotipo no presenta grandes dificultades: su característico color azul intenso es un signo inconfundible.
- Podemos ver en la Figura 18 que la imagen se forma directamente sobre las fibras del papel[32].

Figura 18: Cianotipia, la imagen se forma directamente sobre las fibras del papel.

Nota. Adaptado de Graphics Atlas [Fotografía], por Image Permanence Institute (IPI), 2020, www.graphicsatlas.org/primary-image-larger/?magnification=6&side=Front&angle=45

4.1.4.- Negativos fotográficos

Me gustaría precisar que en este capítulo serán descriptos solo algunos procesos de negativos fotográficos por razón de no repetir los mismos explicados en los sucesivos capítulos 5.2, 5.3, 6.3.1, con respecto a la técnica de los negativos en vidrio al colodión húmedo y negativos en vidrio a la gelatina a las sales de plata. Se describirán las siguientes técnicas: calotipo, negativos de albúmina en vidrio, negativos en soporte de plástico: nitrato de celulosa, acetato de celulosa, poliéster.

[32] Scaramella, L. (2003), p. 206

Calotipo

La técnica del calotipo fue inventada por William Henry Fox Talbot en 1840. Es el primer proceso negativo-positivo. El color de las copias era rojo o castaño. Del negativo se podían imprimir tantas copias como se quisiese. No obstante, el calotipo no gozó de la popularidad del daguerrotipo, en parte porque su imagen no era tan perfecta: presentaba cierto granulado debido al hecho de que las fibras del papel del negativo aparecen impresas en el positivo. La reproducción de los detalles no era tan fina como en el daguerrotipo. Pero aparte de cuestiones técnicas había otras razones por las que el calotipo era un proceso menos practicado: Talbot registró la patente de su invento en 1841 y exigió el pago de derechos de autor a los fotógrafos que lo quisiesen utilizar comercialmente[33].

Talbot utilizó como soporte un papel de gramaje medio, generalmente un papel de alta calidad. El papel venía preparado con una solución de nitrato de plata y yoduro de potasio. Se formaba así una capa de yoduro de plata sobre el papel, una vez que el papel estaba seco se podía guardar por bastante tiempo. Cuando el fotógrafo quería realizar un calotipo, tenía que preparar dos soluciones, una de nitrato de plata acidificado con ácido acético y la otra de ácido gálico, esta solución venía puesta encima del papel ya preparado con una solución de yoduro de plata. El papel después de ser lavado se introducía en la cámara fotográfica para la exposición. Una vez que el papel venía expuesto, la imagen era latente, estaba presente en el papel, pero no se podía ver porque necesitaba un tratamiento de revelado con la misma solución de nitrato de gallo-nitrato de plata, pudiendo verse la imagen negativa; el operador podía interrumpir el revelado en el momento más oportuno y fijar el calotipo con una solución de hiposulfito de sodio utilizando un pincel.

El principal problema del calotipo era la poca transparencia del papel, este inconveniente se remediaba parcialmente tratando los calotipos con cera[34].

Negativos de albúmina en vidrio

Los primeros negativos en vidrio fueros realizados a partir de 1848. Se utilizaba la clara de huevo como aglutinante entre las sales de plata y el vidrio. La capa de albúmina, transparente y muy fina, permitía la acción de los agentes químicos en proceso Este procedimiento no tuvo mucho éxito por los largos tiempos de exposición. Fue abandonado con la utilización de la técnica de los negativos al colodión húmedo[35].

Negativos en soporte de plástico: nitrato de celulosa, acetato de celulosa, poliéster.

A partir de 1888 el fotógrafo John Carbuth empezó a promover el nitrato de celulosa que empezó a comercializarse en paralelo con los negativos en vidrio. La película de nitrato de celulosa tenía normalmente un formado de 35 mm, era utilizada en fotografía y también en la cinematografía por las calidades de ser transparentes, flexibles y no se rompía fácilmente. Nunca reemplazo el vidrio, los dos soportes convivirán hasta los años sesenta-setenta del siglo XX. Sus características químicas hacen de él un material muy problemático para un archivo. El nitrato de celulosa era inestable y altamente inflamable,

---

[33] Pavao, L. (2001), *Conservación de Colecciones de Fotografía. Cuadernos técnicos 5*, Instituto Andaluz del Patrimonio, Centro Andaluz de la Fotografía, pp.18-20
[34] Scaramella, L. (2003), pp. 29- 31, pp. 195-196
[35] Berselli, S., Gasparini., L. (2000), p.43

a veces es posible reconocerlo en los negativos entre los años 1930 – 1950 donde es posible ver la escrita *Nitrate* en la parte inferior de la película. En condiciones climáticas no controladas el nitrato se descompone químicamente, este proceso se llama desnaturalización de la cadena polimérica: en cuanto decaen los grupos de nitratos (NO_2) quedan el óxido nítrico (NO) que en contacto con el agua se trasforman en ácido nítrico que es extremadamente corrosivo: no sólo deteriora la gelatina de la emulsión, haciéndola frágil y pegajosa, sino que hace crecer la acidez del propio soporte y, así, alimenta la reacción de deterioro. En el proceso de descomposición el soporte amarillea y se vuelve frágil. El nitrato entre 1940 -1950 fue reemplazado por acetato de celulosa, un material más estable, se identifica con la escrita Kodak Safety Film en el borde de las películas. Las películas de acetato de celulosa no eran inflamables, pero con elevadas temperaturas y humedad relativa podían sufrir un proceso de degradación llamado *síndrome del vinagre* (es decir, un olor a vinagre debido a la salida desde el soporte de ácido acético) llegando a destruir las imágenes. En 1965 la introducción del triacetato o poliéster cuyo nombre científico es *tereftalato de polietileno*, y es conocido por sus siglas en inglés, PET, *(polyethylene terephtalate)* hace que los negativos de las películas se vuelvan más estables. Tienen una gran resistencia mecánica y plástica y excelente transparencia. Las primeras películas negativas con respaldo de poliéster fueron producidas por la Compañía Eastaman Kodak en 1960[36].

5.- Proyecto de conservación preventiva del fondo histórico fotográfico ROA

Llamamos conservación preventiva a todas las medidas y acciones destinadas a evitar y minimizar el deterioro o la pérdida futura. Se llevan a cabo en el contexto o en el entorno de un objeto, pero más a menudo en un grupo de objetos, independientemente de su edad y condición. Estas medidas y acciones son indirectas, es decir, no interfieren con los materiales y estructuras de los objetos. No modifican su apariencia[37].

El presente proyecto propone una intervención de salvaguardia del patrimonio histórico fotográfico del Real Instituto y Observatorio de la Armada. Para conseguirlo pretende analizar las problemáticas acerca de la degradación del fondo fotográfico y plantea una intervención de restauración y conservación preventiva.

La fotografía que se conserva en los archivos tiene como marco legal la Ley 16/1985 del 25 junio de Patrimonio Histórico Español, la cual en su artículo 49 define: *Se entiende documento, como toda expresión en lenguaje natural o convencional u cualquier otra expresión gráfica, sonora, o en imagen recogidas en cualquier tipo de soporte material, incluso los soportes informáticos. Se excluyen los ejemplares no originales de ediciones*. La conservación fotográfica es una de las ramas más jóvenes de la conservación del patrimonio y, en los últimos años del siglo XX, su objetivo es caracterizar las bases científicas de la permanencia de las imágenes, identificar y prevenir los mecanismos de deterioro. La conservación es una acción que se desarrolla cuando queda claro que el material que tenemos ante nosotros tiene importancia como bien cultural y como tal debe ser protegido. Aplicar las normas de conservación solo a los depósitos y

[36] Estrada, M., Laudisia, A., Zacchi, M. (2012) I negativi in bianco e nero con supporto in nitrato e acetato di cellulosa, en *Il Restauro della Fotografia, materiali fotografici e cinematografici, analogici e digitali*, Edición digital: www.nardinieditore.it, pp.106, 107, 196, 197

[37] Conferencia del Comité Internacional del ICOM-CC, (22-26 de septiembre de 2008), Terminología para definir la conservación del patrimonio cultural tangible, *Traducción al español de la resolución adoptada por los miembros de ICOM-CC* [En línea]. Disponible en file:///C:/Users/Gabriellaflori/Downloads/ICOM-CC%20Resolucion%20Terminologia%20Espanol%20(2).pdf (Consultado 05/04/2020)

desconocer el uso correcto de los materiales durante las exposiciones o durante la consulta, significa cancelar los beneficios obtenidos de todo el proyecto. Por tanto, dentro de un archivo, aunque se prevea la figura del conservador, todo el personal debe tener una base de conocimientos de conservación, porque los daños más habituales se producen durante el uso y manipulación de las obras. De hecho, a la hora de tratar las fotografías, además del uso de guantes de algodón o látex, es buena idea utilizar un cartón rígido como soporte para sostener las fotografías durante la consulta, especialmente para materiales frágiles. En cambio, para el transporte de las fotografías de un lugar a otro es mejor utilizar un carro. El proyecto de conservación se realiza cuando se conoce plenamente el estado general del fondo y su degradación, actuando con las siguientes intervenciones:

• Control de temperatura y humedad.
• Control de iluminación.
• Control de la contaminación biológica.
• Conservación de fotografías, uso de materiales como cajas, bolsas, estanterías y muebles de acuerdo con las normas ISO 18918: 2000 (E), International Standard. Imaging Materials/Processed Photographic Plates/ Storage Practices
• Inventario, catalogación y digitalización[38].

A partir de 1980 nacen en España los Planes Nacionales en virtud de las necesidades especiales de conservación de los bienes culturales. Los Planes Nacionales son instrumentos de gestión de bienes culturales que, partiendo del conocimiento exhaustivo de los mismos, permiten el desarrollo de proyectos destinados a su conservación, investigación y disfrute público. Se trata de un conjunto de herramientas de planificación estratégica, desarrollado por la Administración General del Estado en colaboración con las Comunidades Autónomas y sólidamente cimentado sobre el establecimiento de criterios y metodologías de actuación específica. En 2010 gracias a la elaboración de planes nuevos creados para la gestión del Patrimonio Cultural nace el Plan Nacional de Conservación del Patrimonio Fotográfico. Concebido bajo la premisa de la dispersión de buena parte de los fondos que lo integran y de la necesidad de arbitrar mecanismos y sistemas que faciliten su preservación y difusión, se presenta como marco de definición de estructuras de trabajo eficaces para la investigación, conservación y puesta en valor de este patrimonio. Estas metodologías son una indispensable guía a la hora de presentar un proyecto para la conservación de los fondos fotográficos del Real Instituto y Observatorio de la Armada[39].

El interés de la fotografía como bien cultural a salvaguardar, ha creado una rápida evolución de la disciplina de la conservación preventiva de los materiales fotográficos. Las actividades de la conservación preventiva consiguen detectar problemas de degradación y de establecer prioridades de intervención. La estrategia de preservación es muy importante para el cuidado de las mismas colecciones, para gestionar los archivos y garantizar la duración en el tiempo de los originales teniendo en cuenta la agresión ambiental y antrópica.

La fotografía por su naturaleza se ve sometida al envejecimiento natural por causas ambientales, como el microclima no controlado y también por los procesos químicos – físicos de su composición interna. Bloquear la degradación es una acción casi imposible,

---

[38] Berselli, S., Gasparini, L. (2000), pp 97-102
[39] Subdirección General del Instituto del Patrimonio Cultural de España, Plan Nacional de Conservación del Patrimonio Fotográfico, (2015), [En línea]. Disponible en https://sede.educacion.gob.es/publiventa/plan-nacional-de-conservacion-del-patrimonio-fotografico/patrimonio-historico-artistico/20702C (Consultado 05/04/2020)

el objetivo que hay que perseguir es ralentizar el deterioro interviniendo, donde sea posible, en los mecanismos que lo alimentan.

La conservación es un núcleo de actividades organizadas y programadas con el objetivo de limitar situaciones de riesgo, ralentizar la degradación de patrimonio cultural para que pueda vivir en el tiempo. La preservación representa todas las metodologías útiles para la conservación de la obra de arte en el tiempo considerando también los factores ambientales que rodean el bien cultural. Juntando los dos conceptos se llega a prolongar la vida de la obra.

Podemos dividir las intervenciones de conservación en:
Conservación curativa: interviene en las causas de degradación y se caracteriza por un tratamiento directo sobre la obra de arte para reducir o impedir el avance del deterioro. Puede ser utilizada para la remoción de productos que afectan a la obra, desinfección y desinsectación, etc.
Conservación preventiva: su acción se aplica directamente a las causas de deterioro que pueden dañar el bien cultural en cualquier estado de conservación se encuentre, utilizando una metodología enfocada a eliminar o atenuar las causas de deterioro de origen antrópica o ambiental. Las actividades pueden ser de tipo directo (eliminación del polvo, introducción de la obra en cajas a norma de conservación, inspección periódica del estado de conservación) o de tipo indirecto (control del microclima y calidad del aire, desinfección ambiental, establecer normas de acceso, normas para la manipulación, normas para la exposición, etc.).
Restauración: es una actividad de conservación programada, su intervención es directa sobre la obra de arte utilizado unas complejas operaciones que tienen la finalidad de recuperar la integración de la obra dañada y proteger su valor cultural[40].
El famoso historiador de arte Cesare Brandi, afirma en 1963 en su libro *Teoría del Restauro* (1963), que el concepto de restauración preventiva es necesario para no reducirse a intervenciones de restauración de extrema urgencia, y comenta a propósito:

> *…le misure di prevenzione implicite nel concetto di restauro preventivo, non sono spesso di minore entità…Ragione di più per affermare la perentoria necessità di codeste misure e spese, in conflitto con la mentalità corrente che vorrebbe ridursi agli interventi di estrema urgenza, di indilazionabile emergenza. Il restauro preventivo è anche più imperativo se non più necessario, di quello di estrema urgenza, perché volto ad impedire quest'ultimo, il quale difficilmente potrà realizzarsi con un salvataggio completo dell'opera d'arte. Se dunque si concorda in questa visione del restauro, è chiaro come il massimo impegno della persona o dell'Ente a cui è affidata l'opera d'arte debba in primo luogo concentrarsi sul restauro preventivo inteso come tutela, rimozione di pericoli e assicurazione di condizioni favorevoli* [41].

El proyecto de conservación preventiva del fondo histórico fotográfico del Real Instituto y Observatorio de la Armada tiene entonces el objetivo de tutelar el valor cultural del documento fotográfico asegurando su testimonio en el tiempo.

La fase más importante a la hora de redactar el proyecto de conservación la constituye la identificación de la antigua técnica fotográfica y su estado de degradación. Partiendo

---

[40] Matè, D. (2016), *Fotografie, orientamenti per la conservazione*, Edición digital: www.nardinieditore.it pp. 9 -12
[41] Brandi, C. (1963), *Teoria del Restauro*, Roma, Edizioni di storia e letteratura, p.125

de estos datos ha sido posible redactar un plan para la salvaguardia del fondo histórico fotográfico ROA.

5.1.- Descripción del fondo histórico fotográfico ROA

Nota. Estado actual de conservación del Antiguo Fondo Fotográfico, 418 negativos en placas de vidrio guardadas en 37 cajas originales de madera y cajas de cartón, Archivo y Biblioteca del Real Instituto y Observatorio de la Armada.

La colección está compuesta por dos grandes grupos de registros fotográficos: las fotografías en papel, que reflejan la actividad del Observatorio desde el 1870 hasta 1975 con numerosas vistas de las instalaciones, de sus instrumentos y de su personal, y los negativos en placa de vidrio de numerosas observaciones astronómicas, realizadas desde las últimas décadas del siglo XIX hasta la década de 1980 en el siglo XX.

El fondo consta en total de 8.601 negativos en placa de vidrio y más de 1.000 copias en papel.

Los negativos en placas de vidrio están divididos por distintos temas y tamaños:

- **Antiguo fondo fotográfico** (1878 - 1909): el fondo está compuesto por 418 negativos en placas de vidrio conservados en 37 cajas originales y 88 positivos caracterizados por diferentes técnicas fotográficas, dimensiones y temáticas fechadas entre 1870 y 1910. La identificación de la técnica fotográfica se logró mediante el análisis visual del objeto mediante un Lupa 30x estudiando el fototipo en su totalidad. Materia, forma, color y estado de degradación son las principales características a las que debemos dar importancia a la hora de identificar la fotografía. Este análisis confirma datos importantes que nos permiten iniciar nuestro proyecto de conservación preventiva. Las indicaciones que podemos extraer tras la investigación visual están relacionadas con el tipo de técnica utilizada por el fotógrafo y el período cronológico relativo a su producción, se analiza el estado de degradación del fototipo y al mismo tiempo nos proporciona una serie de indicaciones para su salvaguardia proponiendo soluciones de conservación y restauración con materiales adecuados.

  A partir de la identificación de la emulsión sobre vidrio se han clasificado dos técnicas: 16 negativos de colodión húmedo de 120x120 mm y 402 negativos a la gelatina bromuro de plata de diversos formatos y contenidos temáticos. Los negativos en placas de vidrio de colodión húmedo reflejan el fenómeno astronómico del Eclipse Total de Sol del 29 de julio de 1878 en Cuba, mientras que los negativos de vidrio con gelatina de bromuro de plata, de diferentes tamaños (90x120 mm, 160x160 mm, 180x240 mm, 40x180 mm, 300x400 mm), documentan el Eclipse Total de Sol del 28 de mayo de 1900 y el Eclipse Total de Sol del 30 de agosto de 1905 con el uso para esta última de 21 placas de 40x180

mm de la marca *A. Lumiere Panchromatique Paris 1889-1900* insertadas en una cámara prismática para obtener el espectro electromagnético del fenómeno. Hay negativos en placas de vidrio a la gelatina bromuro de plata con formato 90x120 mm y 180x240 mm que reproducen numerosas estrellas y constelaciones como la Nebulosa de Orión, las Pléyades, la estrella Altair y unos negativos 180x240 mm que documentan la bobina del papel fotográfico impreso por el sismógrafo de Milne n.6 relativo al estudio sísmico de la zona de San Fernando (Cádiz) desde 1905 hasta 1910. La colección del Antiguo Fondo Fotográfico ROA incluye también varios negativos en vidrio a la gelatina bromuro de plata 180x240 mm que reproducen los instrumentos de observación astronómica, el exterior e interior del Observatorio a partir desde 1890 y una pequeña colección de 88 positivos entre albúminas, aristotipos, gelatinas a los sales de plata, de diferentes formatos, algunos de los cuales son impresiones a contacto directo de los negativos conservados al colodión húmedo y gelatina bromuro de plata.

- **Fondo "Carte du Ciel" (1891 – 1940)**: 2.530 negativos en gelatina y bromuro de plata sobre vidrio de 160x160 mm. Esta colección está catalogada, digitalizada y accesible en la Biblioteca Virtual del Ministerio de Defensa; aunque no está acondicionada en cajas y sobres con material en pH neutro.

- **Fondo sala del Meridiano**: 5.650 negativos en gelatina y bromuro de plata sobre vidrio de 160x160 mm procedentes de las observaciones realizadas con el astrógrafo Gautier entre 1940 y 1980. El fondo no se encuentra catalogado, digitalizado y conservado con material en pH neutro.

Las copias en papel (1870 – 1975) se caracterizan por distintos tamaños y técnicas. Una parte del fondo fue objeto en 2018 de un trabajo de catalogación, digitalización y conservación utilizando sobres de papel con pH neutro. Las fotografías se pueden consultar en la página web de la Biblioteca Virtual de Defensa.

El objetivo del proyecto de investigación, restauración y conservación del antiguo fondo fotográfico ROA, ha sido poner en marcha una metodología de salvaguardia para las copias y negativos conservadas dentro 287 cajas originales de madera y de cartón. Un trabajo dividido en cuatro fases que puede servir en el futuro como pautas de metodología para la conservación del fondo "Carte du Ciel" y del fondo de la Sala del Meridiano.

Las fases del proyecto son:

- **Proyecto de conservación preventiva. Primera fase**: identificación del estado de degradación y realización de un inventario.
- **Proyecto de conservación preventiva. Segunda fase**: identificación de las antiguas técnicas fotográficas.
- **Proyecto de conservación preventiva. Tercera fase**: intervención de restauración para la limpieza de los negativos en placas de vidrio.
- **Proyecto de conservación preventiva. Cuarta fase**: acondicionamiento en cajas y sobres con material idóneo a para la conservación de la fotografía.

5.2.- Proyecto de conservación preventiva. primera fase: identificación del estado de degradación y realización de un inventario

El antiguo fondo fotográfico ROA está constituido por 37 cajas conteniendo 418 negativos de varios tamaños en gelatina y bromuro de plata sobre vidrio y negativos de colodión húmedo, con motivo de diversos fenómenos astronómicos extraordinarios como pasos de Venus o eclipses de Sol y 88 positivos caracterizados por diferentes técnicas fotográficas, dimensiones y temáticas fechadas entre 1870 y 1910.

Las fotografías se encuentran en diferentes cajas de madera y cajas de cartón que no son ideales para una conservación preventiva. Las cajas de cartón resultan muy peligrosas para la conservación de las placas de vidrio. Hablamos de cartón no apto a la conservación de la fotografía porque ha sido elaborado con pulpa de madera que contiene lignina. La lignina, una sustancia vegetal que le da rigidez a los tallos y a los troncos de los árboles, en presencia de una humedad relativa superior al 65% se descompone en una sustancia ácida destruyendo el papel. Como podemos observar en la Figura 21, estas cajas no representan una forma segura para la conservación de las placas, porque el cartón ha perdido su textura y porque también se abren con gran facilidad pudiendo causar la caída y ruptura de las placas. Las cajas de madera, caracterizadas por un sistema de ranuras para sujetar en vertical las placas, tampoco son aptas para la conservación de las placas. Las ranuras de madera han estado sujetas a las oscilaciones de la humedad relativa, absorbiendo agua y cambiado su forma estructural. Este cambio no permite sacar con total seguridad las placas, además se corre el riesgo de causar daños irreversibles como la rotura de la placa si no se utiliza una adecuada manipulación.

Figura 19: Antiguo Fondo Fotográfico ROA, cajas de cartón y cajas de madera con ranuras.

Una de las causas de degradación de las fotografías está constituida por los factores internos y externos, que juegan un rol muy importante a la hora de llevar a cabo un proyecto de conservación preventiva. Antes de empezar una intervención de conservación hay que saber en qué sala del Real Instituto y Observatorio de la Armada se conservará la parte de fondo fotográfico. La sala de depósito deberá contar un sistema de control microclimático para salvaguardar de la manera más apropiada el fondo fotográfico.

A) Causas de degradación: factores internos

Los factores internos se identifican por la inestabilidad de los elementos químicos que forman la imagen, inestabilidad de los aglutinantes, inestabilidad de los soportes, o tratamientos de acabados.

Inestabilidad de los elementos químicos que forman la imagen

Los elementos químicos son las sustancias que forman la imagen fotográfica. Incluyen los elementos que forman las fotografías en color y en los diferentes procesos de plata, donde la estructura de la imagen varía y también su resistencia. Las causas de degradación de la imagen están ligadas a la estructura de las partículas individuales, su superficie y la densidad de su distribución. En particular, la plata metálica puede adoptar tres configuraciones diferentes: plata fotolítica, plata filamentosa, plata esférica. La primera tiene granos muy pequeños que se encuentran en las copias en papel a la albúmina y en general en las copias por contacto directo con el respectivo negativo, copias que se nombran con las siglas POP (ennegrecimiento directo). Los granos de plata son casi esféricos y extremadamente pequeños. El color de la copia se dirige a un color cálido, castaño rojizo, éstas están sujetas a la mayoría de las alteraciones químicas. La segunda se encuentra en todos los procesos de revelado químico que permiten hacer visible la imagen, copias que se nombran con la sigla papel DOP-revelado. Consiste en grupos de partículas filamentosas largas envueltas sobre sí mismas que son más compactas que aquellas con ennegrecimiento directo y más resistentes a la descomposición química como alteraciones de oxidación reductiva y sulfuración. Las partículas de plata esféricas tienen una forma regular y esférica; son pequeñas, aunque más grandes que las partículas de plata fotolítica, se encuentran en algunos procesos negativos, como calotipos, placas al colodión, así como en ferrotipos y ambrotipos[42].

Inestabilidad de los aglutinantes

Los aglutinantes mantienen en suspensión las partículas que forman la imagen uniendo la imagen al soporte. Tienen una función aislante y protectora; permite optimizar la absorción de luz y reparar la imagen de abrasiones y alteraciones de cualquier tipo químico, incide en las características de la imagen determinando el tipo de superficie, incluyendo: colodión, clara de huevo (albúmina) y gelatina.

El colodión es una sustancia rígida y frágil que se raya fácilmente y es impermeable al agua y es menos sensible a la humedad que la gelatina y la albúmina.

Con el tiempo, la albúmina tiende a amarillear por motivos relacionados con su naturaleza. La intensidad del amarilleo depende de la humedad, pero también de la exposición prolongada a la luz (deterioro fotoquímico). Debido al envejecimiento, los fenómenos de ablandamiento e hinchamiento pueden ocurrir en ambientes húmedos, mientras que los secos pueden causar fragilización, contracción y formación de grietas. La gelatina puede volverse quebradiza y contraerse si el ambiente circundante está seco, o puede ablandarse con una gran tendencia a hincharse en presencia de humedad o agua. Esta característica determina numerosas formas de alteración de la capa

[42] Berselli, S., Gasparini, L. (2000), pp. 65-66

emulsionada como levantamiento y desprendimiento, grietas y desgarros, adherencia de la imagen a otros soportes[43].

Las principales características de un soporte adecuado para su uso en la fotografía son en primer lugar, la rigidez, que debe combinarse con una cierta flexibilidad; calidad química, para evitar formas de interacción con sustancias que forma la imagen; resistencia a diferentes tratamientos de producción química y, en el caso de negativos, transparencia. La imagen, por tanto, se ve directamente afectada por las características físicas y químicas del soporte. Los soportes utilizados son muchos: metal, vidrio, papel, plásticos y una gran variedad de otros materiales como los tejidos.

La estabilidad de los metales depende esencialmente de la resistencia a la corrosión.

El papel utilizado en fotografía es siempre de excelente calidad. La mayoría de los daños encontrados en los documentos fotográficos se deben a una mala conservación o un tratamiento químico mal hecho.

El vidrio es una sustancia homogénea y compacta caracterizada por una alta transparencia con un peligro de fragilidad, sufre un proceso natural de degradación (desvitrificación) con la consiguiente cristalización, fragilización y opacificación.

Los plásticos son resinas sintéticas, utilizadas como películas, o films, tienen excelentes propiedades mecánicas: son flexibles, ligeras e irrompibles. Sin embargo, presentan diferentes formas de alteración, especialmente el nitrato de celulosa que puede sufrir autocombustión si se encuentra en determinadas condiciones ambientales y el acetato de celulosa meno instable del nitrato de celulosa, pero también sujeto a procesos de degradación como el síndrome de vinagre[44].

Tratamiento de acabados, retoques y barniz

El término tratamientos de acabado significa todas aquellas operaciones de acabado de imagen realizadas simultáneamente con la creación de la fotografía, y por tanto deseadas por el fotógrafo o solicitadas por el cliente. Los tratamientos de este tipo son retoque o coloración, montaje en cartón o caja, revestimientos o pinturas, adhesivos. Los tratamientos de acabado son parte integral de los trabajos fotográficos, y como tales deben ser evaluados tanto con fines de conservación como con vistas a una restauración. A menudo se pueden crear condiciones de incompatibilidad entre los materiales utilizados y la fotografía, como en el caso recurrente del soporte de cartón de mala calidad. Los tratamientos de acabado no tienen que ser confundidos con intervenciones realizadas en períodos posteriores. De hecho, existe una clara diferencia entre una albúmina pegada por el autor en un cartón decorado de su estudio que una albúmina pegada hace treinta años sobre un común cartón para uso de oficina. Se han utilizado muchas sustancias para retocar o colorear fotografías como lápices, acuarelas, temple y, en casos más raros, pinturas al óleo, hasta el uso de tintes sintéticos producidos desde 1856 que se adaptaban bien a imágenes fotográficas a través del uso de aglutinantes como goma arábiga, gelatina, albúmina, dando resultados muy brillantes. Es poco probable que los colores sean incompatibles con la imagen, aunque tienen el inconveniente de ser inestables a la luz y la humedad. Especialmente los colores

---

[43] Matè, D., Residori, L. (2002), Il deterioramento e la conservazione delle fotografie, En *Memoria e futuro dei documenti in carta. Preservare per conservare*, Udine, Il Prato edizioni, p.260

[44] Pavao, L. (2001), *Conservación de Colecciones de Fotografía, Cuadernos técnicos 5*, Sevilla, Junta de Andalucía. Consejería de Cultura. Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, pp.32 - 34

sintéticos, pero también otros pigmentos, aplicados a la imagen en una capa muy fina, son particularmente vulnerables. El barniz se utilizaba para mejorar las características de la imagen, para protegerla de la abrasión o para preparar la superficie para la aplicación del color. Los barnices utilizados en fotografía eran los habitualmente utilizados en pintura, también se utilizaban ceras, goma arábiga, gelatina o colodión. La forma de alteración más comúnmente ligada al barniz es su amarilleamiento, provocado por la luz, con la consiguiente alteración del tono original de la imagen. El barniz también puede descomponerse debido a la humedad provocando la reticulación de la imagen o el desprendimiento de la película emulsionada. Los cartones utilizados como soporte de la fotografía a veces están decorados con una impresión y llevan el sello del fotógrafo. Están hechos con pulpa de madera y por esta característica, las fotografías pueden verse atacadas por la descomposición de algunas sustancias contenidas en el cartón. En particular, la lignina, una impureza presente en este material, se altera haciendo que el papel sea frágil y migre a la imagen, en la que provoca manchas y decoloraciones. Las fotografías más sujetas a este tipo de alteraciones pueden ser copias de papel a la sal y copias de papel a la albúmina. La luz y la humedad amplifican el deterioro inducido por la lignina. Otras características de degradación provocadas por el cartón, pueden ser la flexión y deformación del soporte provocando grietas en el aglutinante y en la imagen, o la aparición de pequeñas manchas amarillo-rojizas llamadas foxing (el color recuerda al pelaje rojizo del zorro), el detonante de estas reacciones es la humedad. El foxing puede desarrollarse en toda la superficie del cartón o puede localizarse en correspondencia con la fotografía[45].

B) Causas de degradación: factores externos

Los factores externos se identifican con en el control de luz, humedad relativa, temperatura, contaminación atmosférica y manipulación incorrecta de las fotografías.

Luz

La luz puede provocar el ennegrecimiento de los compuestos de plata residuales, el amarilleamiento y fragilización de la gelatina, el amarilleamiento de papeles de peor calidad, la degradación y amarilleamiento del celuloide, la decoloración de los tintes. La luz puede intervenir en varios niveles, a través de sus componentes visibles, infrarrojo (IR) y ultravioleta (UV), siendo estos últimos los más peligrosos por su efecto fotoquímico oxidante sobre los componentes metálicos de las imágenes más delicadas, como los daguerrotipos, con el consiguiente desvanecimiento y alteración de tonalidades, así como sobre el papel de los más variados procesos con el consecuente amarilleo. Todos los distintos tipos de fotografías deben mantenerse en la oscuridad, no deben dejarse a la luz del Sol y si están expuestas requieren una iluminación lo más libre de rayos U.V. (luz solar filtrada o indirecta, bombilla de filamento, tubos de neón especiales)[46].

Humedad

Los materiales fotográficos también son extremadamente sensibles a las variaciones climáticas, como la humedad relativa y la temperatura. La humedad relativa (H.R) es la cantidad de agua en forma de vapor que contiene un determinado estado de aire

[45] Berselli, S., Gasparini, L. (2000), pp.72-78
[46] Bensi, P. (1985) Appunti sulla conservazione delle fotografie di interesse storico artistico, en Quaderni *del Museo Accademia Ligustica di Belle Arti-Palazzo dell'Accademia,* Genova, Museo dell'Accademia ligustica di Belle Arti, p. 13.

húmedo. El aire va absorbiendo vapor de agua de determinadas fuentes como la lluvia, las plantas, los océanos, etc. Pero llega un momento en que el aire ya no es capaz de absorber más vapor de agua. En ese punto el aire está saturado de vapor de agua y se denomina *vapor de saturación*. A partir de ahí, podemos hablar de dos tipos de humedad, humedad absoluta que es la cantidad de vapor de agua contenida en un m³ de aire y se expresa en g/m³ y humedad relativa que es la relación entre la humedad absoluta y el vapor de saturación por lo que normalmente se expresa en %. La temperatura tiene un fuerte impacto en la humedad relativa y determina la cantidad de vapor de agua que puede contener el aire: a 10 ° C puede contener un máximo de unos 10 g / m3, mientras que a 30 ° C más de 30 g / m3. Por tanto, al calentar el ambiente, la humedad relativa del aire tenderá a bajar, y viceversa, aumentará con temperaturas más bajas, por ejemplo, si un archivo durante los meses de invierno mantiene una temperatura de 21 ° C con una H.R. en un 50% y durante el fin de semana se apaga el sistema de aire acondicionado, la temperatura puede bajar a 13 ° C con un R.H. 85%. Los valores de humedad a menudo tienden a subestimarse, pensando que la temperatura es el elemento principal para la conservación de las colecciones fotográficas, mientras que, para todos los procesos en blanco y negro, la humedad es, con mucho, el factor ambiental más importante a controlar y puede ser un verdadero problema para las fotografías[47].

Causas de degradación en ambientes demasiado húmedos (+ 60% H.R.)

Degradación biológica: hay una proliferación de hongos que son microorganismos vegetales que encuentran las condiciones ideales para su desarrollo en la combinación de humedad y calor. Cuanto mayor sea el porcentaje de humedad en las habitaciones, más probable es que crezcan esporas de hongos en el material fotográfico. Las esporas no pueden prescindir de la humedad. Por tanto, mantener la humedad del archivo por debajo del 65% permite controlar el desarrollo de hongos, evitando la aparición de alteraciones biológicas en los materiales fotográficos. Los hongos dañan las fotografías al alimentarse de las numerosas sustancias orgánicas presentes, como el papel o la gelatina y adquieren una formación polvorienta y esponjosa que desprende un típico olor acre, mientras que la emulsión a la gelatina, adquiere un aspecto pegajoso y se vuelve soluble en agua, llegando incluso a la licuefacción en las etapas más avanzadas de descomposición, las películas se deforman, las impresiones en papel sufren daños mecánicos y pérdida de contraste de la imagen[48].

Degradación química: los altos niveles de humedad relativa favorecen numerosas formas de alteración química de la imagen y sus soportes como la oxidación de la imagen plateada que provoca la alteración típica denominada *espejo de plata* como podemos ver en la Figura 20. Es un proceso degenerativo (del tipo oxidación reductiva) de las partículas de plata dispersas en la capa de aglutinante. Las partículas de plata sufren una oxidación (la plata toma una forma iónica) y tienden a migrar hacia la superficie del fototipo, metalizando su apariencia especialmente en las áreas más oscuras de la imagen y en los bordes. La imagen en estas áreas adquiere un característico aspecto de espejo. El fenómeno se ve fuertemente favorecido por la presencia de humedad. Este tipo de alteración está presente en cualquier colección de fotografías en blanco y negro, en particular en imágenes con emulsión de gelatina, tanto positivas como negativas (la gelatina es una de las sustancias aglutinantes que tiene mayor higroscopicidad), pero también en las copias a la albúmina, el efecto es más sutil ya que la albúmina presente en las impresiones es menos higroscópica que la gelatina.

[47] Berselli, S., Gasparini, L. (2000), pp.110, 111
[48] Berselli, S., Gasparini, L. (2000), p.112

No se pueden definir los tiempos de formación del fenómeno. El espejo se manifiesta mucho menos, o nada en absoluto, en aquellos procedimientos que emplean sustancias insolubles en agua, como placas de colodión húmedo o papel de sal (a veces se puede ver un espejo ligero). La observación visual se puede hacer con una luz difuminada en las zonas más oscuras de la imagen (más rica en plata) y en los bordes donde la exposición a sustancias oxidantes y a la humedad es mayor[49].

Degradación física: por degradación física entendemos un proceso de degradación que se manifiesta por la contracción y ablandamiento, por ejemplo, de la gelatina, con pérdida de contrastes. La gelatina es una sustancia higroscópica, capaz de absorber una cantidad considerable de agua. Si la humedad en el ambiente donde se conserva es excesiva, existe el riesgo de que la gelatina se hinche y se vuelva pegajosa como podemos ver en la Figura 21. Esto puede provocar que las emulsiones a base de gelatina se adhieran a otros materiales con los que está en contacto, como sobres o marcos de vidrio. Las placas de vidrio a la gelatina pueden pegarse entre ellas si la humedad relativa de las salas de almacenamiento alcanza niveles demasiado altos.

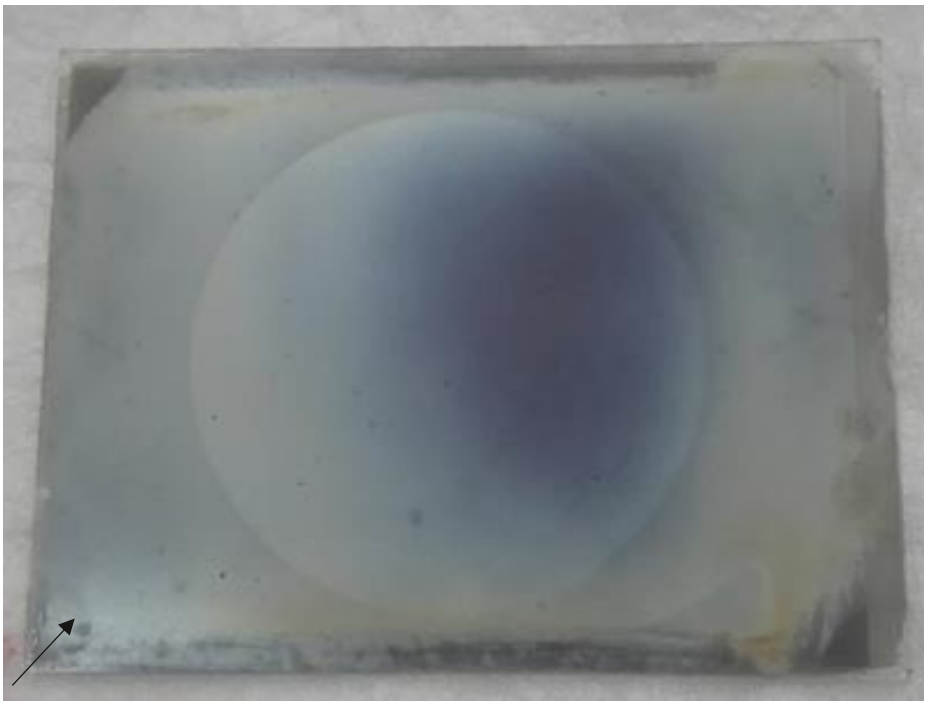


Figura 20: Antiguo Fondo Fotográfico ROA, negativo con emulsión de gelatina sobre vidrio

Nota. En la zona indicada es posible ver el fenómeno de degradación del espejo de plata

[49] Scaramella, L. (2003), pp.152 - 193

Figura 21: Antiguo Fondo Fotográfico ROA, negativo con emulsión de gelatina sobre vidrio

Nota. Contracción de la emulsión a la gelatina de un negativo en vidrio

Causas de degradación en ambientes demasiado secos (- 30% H.R.)

Deformación y fragilidad: la mayoría de los materiales que forman la estructura de la fotografía, como el papel o sustancias aglutinantes como la gelatina o la albúmina, están formados por determinados porcentajes de agua que pueden variar en función de la humedad relativa de las estancias. Cuando la humedad es baja, las fotografías se ven obligadas a cambiar su equilibrio interno liberando parte de su contenido acuoso al ambiente, lo que provoca la deshidratación y fragilidad de los materiales. Un efecto recurrente de esta situación de los papeles fotográficos es la tendencia a enrollarse, especialmente las copias a la albúmina o al carbón. El daño es aún más grave cuando la humedad relativa no es estable y se crean variaciones repentinas y periódicas en las condiciones de los ambientes de almacenamiento. Si un clima seco provoca la contracción de los materiales, por el contrario, un clima húmedo hace que se hinchen y expandan. Estos cambios inducidos por el medio ambiente, si se repiten, minan la elasticidad natural de los materiales provocando graves distorsiones[50].

La temperatura

Los materiales más sensibles a los valores de temperatura no son tanto fotografías en blanco y negro sino algunos procesos naturalmente inestables, como películas de nitrato o materiales de color en general. La temperatura es un problema para las salas de archivo solo en el caso de niveles demasiado altos, a diferencia de la humedad relativa, que puede causar daños tanto cuando es demasiado alta como cuando es demasiado baja. De hecho, las habitaciones húmedas y cálidas son el peor lugar para almacenar fotografías. El calor es una forma de energía que actúa como acelerador de casi todas las formas de deterioro químico. El poder controlar la temperatura interviene

[50] Berselli, S., Gasparini, L. (2000), p.113

automáticamente en el deterioro. Bajar los niveles de temperatura ralentiza proporcionalmente este efecto. En teoría, por lo tanto, para todos los materiales fotográficos, cuanto menor sea la temperatura, mejores serán las condiciones de almacenamiento. En la Figura 22 se puede ver una tabla que muestra los valores ideales de humedad relativa y temperatura para el almacenamiento de los materiales fotográficos[51].

Valores ideales de humedad relativa y temperatura				
Conservación a corto plazo*			Conservación a largo plazo**	
	H.R.	T. °C max	H.R.	T.°C max
Copias	20%-50%	25°		
Copias B/N	30%-50%	18°		
Copias color (pro.cromogenos)			30%-40% 30%-50%	2° -3°
Negativos en película	20%-50%	25°		
Negativos B/N en película de acetato			20%-30% 20%-40% 20%-50%	7° 5° 2°
Negativos B/N en película de poliéster			20%-30%	21°
Negativos color en película			20%-30% 20%-40% 20%-50%	2° - 3° - 10°
Placas de vidrio	20%-50%	25°	30%-40%	18°

*Previsión de estabilidad de los materiales para un tiempo de circa diez años
** Previsión de estabilidad de los materiales por un tiempo indefinido

Figura 22: Valores ideales de humedad relativa y temperatura

Nota. Adaptado y traducido de L'archivio fotográfico,manuale per la conservazione e la gestione della fotografia antica e moderna (p.116), S., Berselli, L., Gasparini, 2000, Zanichelli Editore.

La contaminación atmosférica

La combustión de combustibles libera sustancias que, en la atmósfera, reaccionan con el oxígeno y el agua, dando lugar a la formación de ácidos muy peligrosos. Los gases oxidantes, ácidos y elementos que contienen azufre, son sustancias reactivas capaces de dañar irreversiblemente las fotografías: entre ellas se mencionan los óxidos de nitrógeno, el ozono y el dióxido de azufre. El ácido sulfúrico y el dióxido de azufre provocan alteraciones en las imágenes (formación de sulfuro de plata) y deterioro de gelatinas y películas, mientras que los oxidantes, en particular los óxidos de nitrógeno, provocan el desvanecimiento de la imagen[52].

Manipulación correcta de las fotografías

La manipulación de los originales puede ser en algunos casos especialmente problemática y representa una causa de degradación de la fotografía. Muchas veces pensamos saber manipular determinados documentos porque se presentan de una forma en apariencia sencilla para ser consultados sin tener en cuenta su fragilidad material. Existen normas para la manipulación de los documentos fotográficos como el uso de guantes de algodón o nitrilo, el uso del lápiz para apuntar por ejemplo el número de inventario de cada fondo, el uso de un carrito para el trasporte de las fotografías de

[51] Berselli, S., Gasparini, L. (2000), p.113
[52] Bensi, P. (1985), p. 14

una sala a otra en total seguridad. Como podemos ver en la Figura 23, una manipulación no adecuada en el pasado, ha permitido la rotura de algunas placas originales de fondo fotográfico ROA con lo cual se ha intervenido aplicando a la placa una cinta adhesiva no idónea para la conservación de la fotografía.

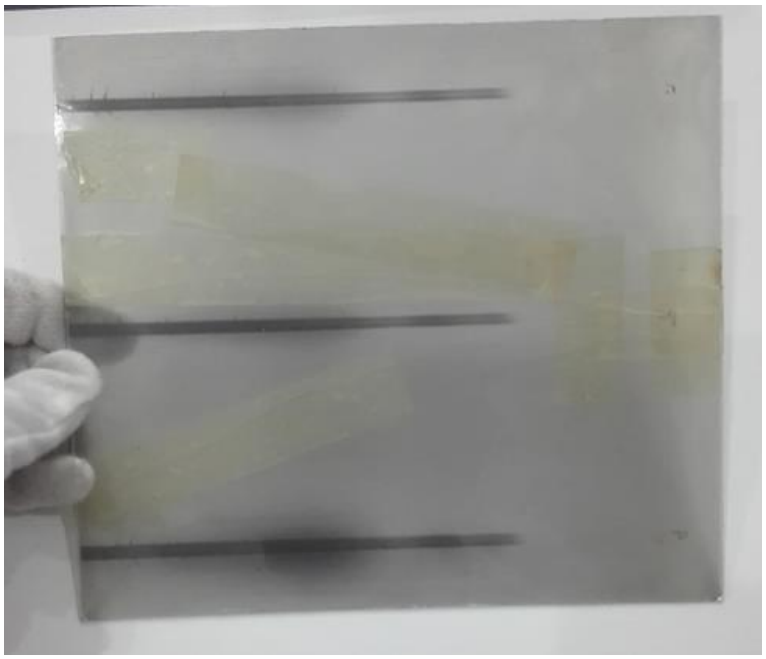


Figura 23: Antiguo Fondo Fotográfico ROA, negativo con emulsión de gelatina sobre vidrio

Nota. Placa de vidrio rota con cinta adhesiva no idónea para la conservación de la fotografía

5.2.1.- Propuesta de condiciones de instalación

Desde septiembre 2019 hasta noviembre 2020, durante la redacción del TFM del Máster, se realizaron varias inspecciones en el edificio del Observatorio, controlando los valores ambientales de temperatura y humedad relativa y documentando el estado de conservación del fondo fotográfico. El proyecto de conservación preventiva debe tener en cuenta la identificación de un lugar adecuado para almacenar las fotografías una vez que se decida proceder con su protección. Después de varias reuniones con el personal técnico del Observatorio, se decidió trasladar el Antiguo Fondo Fotográfico conservado en los armarios de madera de la Sala Meridiano, a la sala de investigación del archivo histórico y biblioteca ubicada en un piso intermedio del Observatorio. Esta elección se hizo precisamente porque la Sala del Meridiano pronto iba a sufrir una reforma para adecuarla a las condiciones ideales de conservación de su patrimonio. La obra incluye la creación de dos salas con parámetros ambientales controlados, una para el archivo histórico y otra para el archivo fotográfico. La conservación del fondo fotográfico dentro de la sala de investigación representa una elección temporal para la seguridad de los fototipos, evitando exponerlos a cualquier riesgo durante las intervenciones internas del Observatorio. Durante algunos meses se han medido los parámetros ambientales con un termohigrómetro registrando temperatura y humedad relativa presentes en la sala de investigación donde actualmente se conservan las cajas del Antiguo Fondo Fotográfico ROA. Los datos oscilan entre una temperatura 18 - 25˚C y 65% H.R.

Los parámetros idóneos para una conservación preventiva de los negativos en placas de vidrio del fondo fotográfico ROA tendrían que corresponder a un máximo de 18 ˚C y 30-40% H.R. La temperatura y humedad relativa pueden ser controladas con un deshumidificador, aparato indispensable para la salvaguardia de la fotografía y un buen sistema de aire acondicionado con filtros y purificadores en el sistema de entrada de la futura sala depósito que se adaptará para conservar el fondo fotográfico. El depósito que conservará el fondo fotográfico tendrá que tener algunas características: debe ser interno al edificio y en una posición intermedia, no tiene que ser un bajo y tampoco tiene que ubicarse en la parte más alta del edificio. No tiene que tener ventanas o, en caso de tenerlas, un número mínimo de ellas, debería confinar con un patio interno para limitar las excursiones térmicas, luz, contaminación, no tiene que confinar con jardín porque puede haber riesgo de tener ratones, insectos y problemas de humedad relativa. El depósito tendrá que ser controlado con un termohigrómetro. También se podría evaluar la posibilidad de utilizar un espacio que esté ya acondicionado siempre que la temperatura y humedad relativa se mantengan estables todo el año. Para guardar el fondo fotográfico se necesitará instalar en el depósito, los armarios, cajoneras y estanterías en acero inoxidable. Dado que el material fotográfico es sensible a la acción de la luz por las radiaciones ultravioletas hay que disminuir el tiempo de exposición en el caso de consulta del original y también cuando se quiera organizar una exposición permanente o temporal. Las placas fotográficas del ROA podrían ser expuestas a un máximo de 50 lux por 240 horas al año[53].

5.2.2.- Inventario

El inventario realizado durante la asistencia técnica del año 2020 para la restauración y conservación del Antiguo Fondo Fotográfico ROA, ha permitido conocer datos importantes para poder plantear las prioridades de conservación. Se han encontrado 418 de placas fotográficas conservadas en las 37 cajas y 88 copias de diferentes tamaños y técnicas fotográficas. Durante esta fase se han analizado los temas de carácter astronómico, apuntando algunas notas interesantes, se ha medido el tamaño de cada negativo, se ha identificado la técnica fotográfica, fundamental para datar algunos negativos y establecer qué tipo de metodología de conservación utilizar para este núcleo fotográfico. Podemos ver en la Figura 24 las características de la ficha del inventario ordenada y descripta según: el número de inventario, numero de la caja de conservación, titulo, contenido temático, fecha, lugar, descripción física, medidas en mm, serie, numero de la caja original, notas, publicaciones, relación con los documentos de archivo, relación con las copias en papel, análisis histórico-critica.

[53] Cecchin, D. (2012) Gli álbum fotografici, en *Il Restauro della Fotografia, materiali fotografici e cinematografici, analogici e digitali,* Edición digital: www.nardinieditore.it, pp.183 -189

1	N. INVENTARIO	N. CAJA	AUTOR (100 MARC21)	TÍTULO (245 MARC21)	CONTENIDO TEMATICO	FECHA (260 MARC21)	LUGAR	DESCRIPCIÓN FISICA (300 MARC21)
2	AFF0001	01		Eclipse total de Sol	Momento de parcialidad.	30 de agosto 1905	Estación de Soria	Negativo con emulsión de gelatina sob
3	AFF0002	01		Eclipse total de Sol	Momento de parcialidad.	30 de agosto 1905	Estación de Soria	Negativo con emulsión de gelatina sob
4	AFF0003	01		Eclipse total de Sol	Negativo obtenido con la	30 de agosto 1905	Estación de Soria	Negativo con emulsión de gelatina sob
5	AFF0004	01		Eclipse total de Sol	Negativo obtenido con la	30 de agosto 1905	Estación de Soria	Negativo con emulsión de gelatina sob
6	AFF0005	01		Eclipse total de Sol	Negativo obtenido con la	30 de agosto 1905	Estación de Soria	Negativo con emulsión de gelatina sob
7	AFF0006	01		Eclipse total de Sol	Negativo obtenido con la	30 de agosto 1905	Estación de Soria	Negativo con emulsión de gelatina sob
8	AFF0007	01		Eclipse total de Sol	Negativo obtenido con la	30 de agosto 1905	Estación de Soria	Negativo con emulsión de gelatina sob
9	AFF0008	01		Eclipse total de Sol	Negativo obtenido con la	30 de agosto 1905	Estación de Soria	Negativo con emulsión de gelatina sob
10	AFF0009	01		Eclipse total de Sol		30 de agosto 1905	Estación de Soria	Nota en Papel
11	AFF0010	01		Eclipse total de Sol	Negativo obtenido con la	30 de agosto 1905	Estación de Soria	Negativo con emulsión de gelatina sob
12	AFF0011	01		Eclipse total de Sol	Negativo obtenido con la	30 de agosto 1905	Estación de Soria	Negativo con emulsión de gelatina sob
13	AFF0012	01		Eclipse total de Sol	Negativo obtenido con la	30 de agosto 1905	Estación de Soria	Negativo con emulsión de gelatina sob
14	AFF0012	01		Eclipse total de Sol	Negativo obtenido con la	30 de agosto 1905	Estación de Soria	Negativo con emulsión de gelatina sob
15	AFF0013	01		Eclipse total de Sol	Negativo obtenido con la	30 de agosto 1905	Estación de Soria	Negativo con emulsión de gelatina sob
16	AFF0014	01		Eclipse total de Sol	Negativo obtenido con la	30 de agosto 1905	Estación de Soria	Negativo con emulsión de gelatina sob
17	AFF0015	01		Eclipse total de Sol	Negativo obtenido con la	30 de agosto 1905	Estación de Soria	Negativo con emulsión de gelatina sob
18	AFF0016	01		Eclipse total de Sol	Negativo obtenido con la	30 de agosto 1905	Estación de Soria	Negativo con emulsión de gelatina sob
19	AFF0016.1	01		Eclipse total de Sol	Negativo obtenido con la	30 de agosto 1905	Estación de Soria	Nota en Papel
20	AFF0017	01		Eclipse total de Sol	Negativo obtenido con la	30 de agosto 1905	Estación de Soria	Negativo con emulsión de gelatina sob
21	AFF0018	01		Eclipse total de Sol	Negativo obtenido con la	30 de agosto 1905	Estación de Soria	Negativo con emulsión de gelatina sob
22	AFF0019	01		Eclipse total de Sol	Negativo obtenido con la	30 de agosto 1905	Estación de Soria	Negativo con emulsión de gelatina sob
23	AFF0020	01		Eclipse total de Sol	Negativo obtenido con la	30 de agosto 1905	Estación de Soria	Negativo con emulsión de gelatina sob

MEDIDAS EN mm (300 MARC21)	SERIE (490 MARC21)	N. CAJA ORIGINAL	NOTAS
90 x 120	Colección de Fotografía H	274 Plaques A. Lumière Panchromatique Paris 1889 -1900	Al recto nota manuscrita: Clavileño
90 x 120	Colección de Fotografía H	274 Plaques A. Lumière Panchromatique Paris 1889 -1900	
90 x 120	Colección de Fotografía H	274 Plaques A. Lumière Panchromatique Paris 1889 -1900	Al recto nota manuscrita: Luna 15 de agosto. En correspondencia de la
90 x 120	Colección de Fotografía H	274 Plaques A. Lumière Panchromatique Paris 1889 -1900	
90 x 120	Colección de Fotografía H	274 Plaques A. Lumière Panchromatique Paris 1889 -1900	Al recto nota manuscrita: 3
90 x 120	Colección de Fotografía H	274 Plaques A. Lumière Panchromatique Paris 1889 -1900	
90 x 120	Colección de Fotografía H	274 Plaques A. Lumière Panchromatique Paris 1889 -1900	Al recto nota manuscrita: pancromatica, violeta
90 x 120	Colección de Fotografía H	274 Plaques A. Lumière Panchromatique Paris 1889 -1900	Al recto nota manuscrita: 3
	Colección de Fotografía H	274 Plaques A. Lumière Panchromatique Paris 1889 -1900	Nota manuscrita a lápiz: 150 diámetro (anteojo?), 7.5 ratio, 1/2 centím
90 x 120	Colección de Fotografía H	274 Plaques A. Lamiere Panchromatique Paris 1889 -1900	Al recto nota manuscrita: N. 1 Hidroquinona R=2/3 (la hidroquinor
90 x 120	Colección de Fotografía H	274 Plaques A. Lumière Panchromatique Paris 1889 -1900	Al recto nota manuscrita: N.2 R=3
90 x 120	Colección de Fotografía H	274 Plaques A. Lamiere Panchromatique Paris 1889 -1900	Al recto nota manuscrita: N.4 R=10
90 x 120	Colección de Fotografía H	274 Plaques A. Lumière Panchromatique Paris 1889 -1900	Al recto nota manuscrita: N.4 R=10
90 x 120	Colección de Fotografía H	274 Plaques A. Lumière Panchromatique Paris 1889 -1900	Al recto nota manuscrita: N.5 R=10
90 x 120	Colección de Fotografía H	274 Plaques A. Lumière Panchromatique Paris 1889 -1900	Al recto nota manuscrita: N.6 R=3
90 x 120	Colección de Fotografía H	274 Plaques A. Lumière Panchromatique Paris 1889 -1900	Al recto nota manuscrita: N.7 R=10
90 x 120	Colección de Fotografía H	274 Plaques A. Lumière Panchromatique Paris 1889 -1900	Al recto nota manuscrita: N.8 R=3
90 x 120	Colección de Fotografía H	274 Plaques A. Lumière Panchromatique Paris 1889 -1900	Nota manuscrita con calculos relativos al negativo AFF0016
90 x 120	Colección de Fotografía H	274 Plaques A. Lumière Panchromatique Paris 1889 -1900	Al recto nota manuscrita: N.1
90 x 120	Colección de Fotografía H	274 Plaques A. Lumière Panchromatique Paris 1889 -1900	Al recto nota manuscrita: N.3 R=3
90 x 120	Colección de Fotografía H	274 Plaques A. Lumière Panchromatique Paris 1889 -1900	Al recto nota manuscrita: N.4
90 x 120	Colección de Fotografía H	274 Plaques A. Lumière Panchromatique Paris 1889 -1900	Al recto nota manuscrita: Luna

PUBLICACIONES	RELACIÓN CON LOS DOCUMENTOS DE ARCHIVOS	RELACIÓN CON LAS COPIAS EN PAPEL	ANALISIS HISTORICO CRITICA
Anales del Instituto y Observatorio de Marina de San Fernando. Eclipse total de Sol del 30 agosto 1905		Caja 16 / n. inventario 1024 - 1025	
Anales del Instituto y Observatorio de Marina de San Fernando. Eclipse total de Sol del 30 agosto 1905		Caja 16/ n. inventario 1026 - 1027 - 1028 - 1029 - 1030 -1031 -1032 -1033 -	
Anales del Instituto y Observatorio de Marina de San Fernando. Eclipse total de Sol del 30 agosto 1905, pp. 22 - 23			
Anales del Instituto y Observatorio de Marina de San Fernando. Eclipse total de Sol del 30 agosto 1905, pp. 22 - 23			
Anales del Instituto y Observatorio de Marina de San Fernando. Eclipse total de Sol del 30 agosto 1905, pp. 22 - 23			
Anales del Instituto y Observatorio de Marina de San Fernando. Eclipse total de Sol del 30 agosto 1905, pp. 22 - 23			
Anales del Instituto y Observatorio de Marina de San Fernando. Eclipse total de Sol del 30 agosto 1905, pp. 22 - 23			
Anales del Instituto y Observatorio de Marina de San Fernando. Eclipse total de Sol del 30 agosto 1905, pp. 22 - 23			
Anales del Instituto y Observatorio de Marina de San Fernando. Eclipse total de Sol del 30 agosto 1905, pp. 22 - 23			
Anales del Instituto y Observatorio de Marina de San Fernando. Eclipse total de Sol del 30 agosto 1905, pp. 22 - 23			
Anales del Instituto y Observatorio de Marina de San Fernando. Eclipse total de Sol del 30 agosto 1905, pp. 22 - 23			
Anales del Instituto y Observatorio de Marina de San Fernando. Eclipse total de Sol del 30 agosto 1905, pp. 22 - 23			
Anales del Instituto y Observatorio de Marina de San Fernando. Eclipse total de Sol del 30 agosto 1905, pp. 22 - 23			
Anales del Instituto y Observatorio de Marina de San Fernando. Eclipse total de Sol del 30 agosto 1905, pp. 22 - 23			
Anales del Instituto y Observatorio de Marina de San Fernando. Eclipse total de Sol del 30 agosto 1905, pp. 22 - 23			
Anales del Instituto y Observatorio de Marina de San Fernando. Eclipse total de Sol del 30 agosto 1905, pp. 22 - 23			
Anales del Instituto y Observatorio de Marina de San Fernando. Eclipse total de Sol del 30 agosto 1905, pp. 22 - 23			
Anales del Instituto y Observatorio de Marina de San Fernando. Eclipse total de Sol del 30 agosto 1905, pp. 22 - 23			
Anales del Instituto y Observatorio de Marina de San Fernando. Eclipse total de Sol del 30 agosto 1905, pp. 22 - 23			

Negativos placas de vidrio | Copias

Figura 24: Antiguo Fondo Fotográfico ROA, ficha de inventario

5.3.- Proyecto de conservación preventiva. segunda fase: identificación de las antiguas técnicas fotográficas

La identificación de las antiguas técnicas fotográficas nos ha permitido dar una fecha aproximada a los negativos que no presentan indicaciones cronológicas de cualquier tipo. Por otro lado, el reconocimiento de la técnica nos ha proporcionado una serie de pautas para poder plantear un proyecto de conservación idóneo para el entero fondo fotográfico y saber también cuáles serán en futuro las intervenciones de restauración.

Las técnicas fotográficas identificadas en el Antiguo Fondo Fotográfico ROA son: negativos al colodión húmedo sobre vidrio y negativos a la gelatina bromuro de plata sobre vidrio.

El colodión húmedo fue invento de Frederick Scott Archere, tuvo su época dominante entre 1851 – 1880, está formado por un soporte en vidrio, emulsión al colodión y la sustancia fotosensible a la luz es el yoduro y cloruro de plata. La placa una vez preparada era utilizada rápidamente antes que se secara la emulsión al colodión. Puede presentar retoques y barniz como goma laca, sandáraca, caucho, en el lado recto de la emulsión. Su uso terminó en 1880 porque fue sustituido por el procedimiento de la emulsión de gelatina sobre vidrio propuesto por el señor Richard Leach Maddox (1870 – hasta la actualidad)[54].

La metodología utilizada para la identificación ha sido el análisis visual. A continuación, mostramos una serie de observaciones obtenidas durante esta fase de análisis:

1. En la Figura 25 y 26 podemos ver el exterior e interior de la caja original de madera con la etiqueta *Fotografías de un eclipse* que conserva las placas al colodión húmedo.
2. En la Figura 27 es posible notar el grosor de las placas de vidrio que es irregular, esto nos hace entender que la preparación del cristal era totalmente manual.
3. En la Figura 28 podemos comprobar que en los bordes de placa es posible interceptar la huella del dedo del fotógrafo.
4. En la Figura 29 se evidencia como el color de la emulsión es opaca, de color crema, también puede ser más clara o más obscura dependiendo del tratamiento final de barniz.
5. En la Figura 30, el positivo del negativo al colodión puede ser un papel a la sal o también un papel a la albúmina. En este caso una copia de papel a la albúmina.
7. Estado de conservación: no está presente la desvitrificación del vidrio y no hay ninguna alteración en la emulsión.

Figura 25 y 26: Antiguo Fondo Fotográfico ROA, exterior e interior de la caja original de madera de los negativos al colodión húmedo

Nota. La caja original de madera presenta al exterior una etiqueta con nota manuscrita: Fotografías de un eclipse

[54] Scaramella, L. (2003), p.240

Figura 27: Antiguo Fondo Fotográfico ROA, caja original de madera con ranura y placas de vidrio al colodión húmedo.

Nota. En el detalle de la foto es posible observar el distinto grosor de las placas de vidrio del colodión húmedo

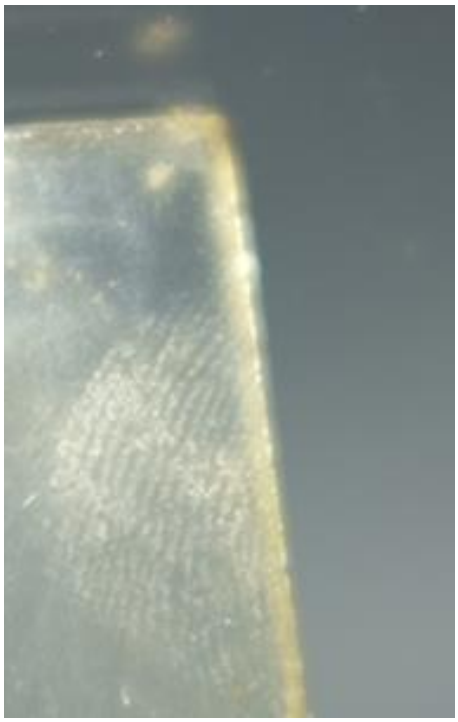


Figura 28: Huellas del fotógrafo

Figura 29: Color crema del colodion húmedo

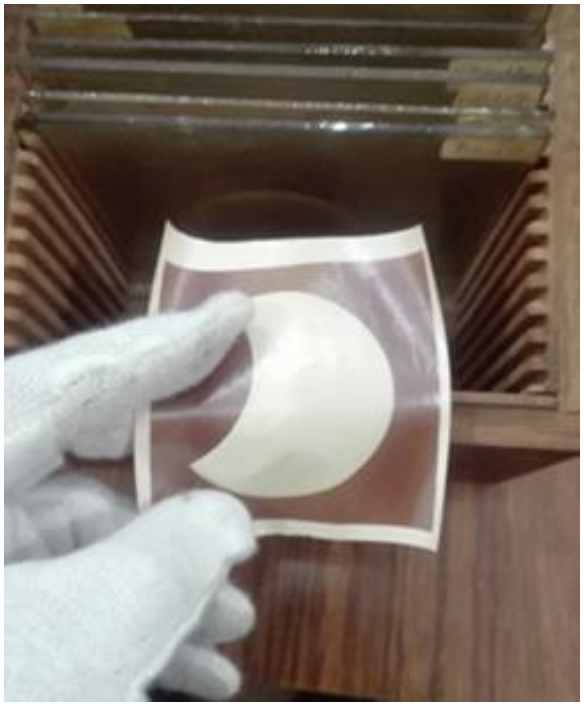


Figura 30: Positivo del negativo al colodión húmedo

Nota. Antiguo Fondo Fotográfico ROA, características del análisis visual

También es posible hacer un test (análisis puntual): solubilidad de la emulsión. Es un test no invasivo que se puede hacer solo si es extremamente necesario. Se utiliza alcohol en una muestra de emulsión para averiguar su solubilidad.

Los negativos en gelatina y bromuro de plata sobre vidrio tuvieron varias evoluciones a lo largo del tiempo para conseguir una mejoría en su sensibilidad a la luz. La técnica se caracteriza por una solución caliente de gelatina con varias sales alcalinas (cloruro de sodio, bromuro de potasio, etc...), a este compuesto se añadía el nitrato de plata, formando así el cloruro bromuro de plata sensible a la luz. Las sales de plata quedaban suspendidas en esta emulsión que era aplicada a distintos soportes como papel, vidrio o película y se después se dejaba secar. A diferencia del colodión húmedo, las ventajas eran muy prácticas: el soporte una vez preparado podía ser guardado y utilizado después de un largo tiempo y su sensibilidad era mucho mayor. El negativo se revelaba y fijaba con tiosulfato.

Análisis visual del procedimiento de la emulsión de gelatina sobre vidrio:
1. En la Figura 31 podemos distinguir la tonalidad neutra del negativo con la contracción y solevamiento de la gelatina del soporte en vidrio. La gelatina conservada en un ambiente húmedo aumenta su volumen por 10 veces y puede hincharse, este fenómeno es reversible.
3. Es visible el espejo de plata.
4. Es posible encontrar huellas impresas en la emulsión.
También es posible hacer un Test (análisis puntual): solubilidad de la emulsión. Es un test no invasivo que se puede hacer solo si es extremamente necesario. Se utiliza agua destilada en una muestra de emulsión para averiguar su solubilidad.

Figura 31: Antiguo Fondo Fotográfico ROA, negativo a la gelatina bromuro de plata sobre vidrio. Tonalidad neutra del negativo a la gelatina bromuro de plata con contracción y solevamiento de la gelatina del soporte en vidrio.

5.4.- Proyecto de conservación preventiva. tercera fase: intervención de restauración para la limpieza de los negativos en placas de vidrio

La restauración se ha realizado gracias a una asistencia técnica conseguida en el año 2020. La intervención tiene la finalidad de eliminar las causas de degradación presentes en las placas de vidrio al colodión y gelatina respetando la estructura original de la fotografía. El objetivo de la intervención es garantizar la duración en el tiempo del fondo histórico fotográfico del Real Instituto y Observatorio de la Armada.

La limpieza de los negativos se realiza solo cuando el fototipo está analizado en su forma y estructura. Antes de intervenir hay que descartar la presencia de retoques o de barniz en los lados verso y recto de la placa. La decisión conservativa respecto a la intervención de limpiar los negativos en placas de vidrio, se inclina a la metodología de limpiar la zona de lado recto, zona de la emulsión, con una limpieza en seco. La limpieza en seco es constituida por el uso de aire comprimido y brochas suaves. La limpieza húmeda por el lado verso, se realiza con disolventes idóneos y compatibles con la emulsión del negativo siempre y cuando no existan retoques.

La restauración del Antiguo Fondo Fotográfico ROA, se ha llevado a cabo después de haber reconocido los problemas de degradación e identificación de la técnica fotográfica. Se ha empezado por el lado vidrio de cada placa, procediendo a eliminar el polvo y la grasa (huellas dactilares) con una limpieza en seco, utilizando una perilla de aire y una brocha suave como podemos ver en la Figura 32 y 33. Después se ha aplicado una limpieza en húmedo dividida en tres pasos ya que no existían máscaras de retoque.

Primer paso: las Figuras 34 y 35 muestran como se ha limpiado el lado vidrio de la placa con un bastoncillo de algodón con agua desmineralizada y algunas gotas del tensoactivo Decon 90, después se ha secado rápidamente con un paño de algodón.

Segundo paso: se ha caracterizado por pasar un bastoncillo de algodón con agua desmineralizada, se ha secado con un paño de algodón.
Tercer paso: se ha procedido a limpiar la placa con un bastoncillo de algodón en alcohol etílico puro.

El uso del paño de algodón para secar el lado vidrio, evita que la humedad proveniente del bastoncillo de algodón entre en contacto con la emulsión de gelatina bromuro de plata.

Para el lado vidrio de los negativos al colodión, la limpieza en húmedo ha sido muy minuciosa, prestando atención al uso de alcohol etílico. La limpieza del lado emulsión de los negativos a la gelatina bromuro de plata sin barniz se ha llevado a cabo utilizando un bastoncillo de algodón en acetona pura, mientras que para los negativos al colodión húmedos la limpieza se ha realizado en seco con una perilla de aire y una brocha suave. Varios negativos a la gelatina bromuro de plata presentan la degradación por despegue de la emulsión del soporte de vidrio. En este caso la intervención para consolidar la emulsión al soporte original, ha sido de dos tipos: en función del tamaño específico del negativo y del punto de desprendimiento. Como podemos ver en las Figuras 36, 37 y 38 se ha elegido utilizar adhesivos compatibles con la emulsión, en este caso la hidroxilpropilcelulosa (Klucel G) disuelta en alcohol. La elección de aplicar Klucel G ha sido solo para pequeñas zonas, mientras que para aquellos negativos que presentaban un levantamiento de la gelatina en grandes áreas de la imagen como en la Figura 39, la consolidación se ha caracterizado por la creación de un sándwich. Como demuestra la Figura 40, este método implica el uso de dos vidrios del mismo tamaño que el negativo, componiendo así el sándwich: vidrio nuevo, passepartout en papel 90 gr/m² en pH neutro, negativo, passepartout en papel 90 gr/m² en pH neutro, vidrio nuevo. El passepartout en papel entre los dos vidrios debe insertarse para evitar formaciones dicroicas entre vidrio y vidrio y abrasiones. El cierre se ha realizado aplicando por los cuatro lados el adhesivo Filmoplast P90 como se puede ver en la Figura 41. También se ha adoptado la metodología del sándwich para las placas rotas o agrietadas con dimensiones 160x160 mm y 180x240 mm. Como demuestra la Figura 42, 43 y 44 la intervención de consolidación elegida para las placas 90x120 mm rotas o agrietadas ha sido utilizar pequeños parches de adhesivo Filmoplast P transparente de 1 cm x 2 mm puestos por el lado vidrio, la placa está soportada por un cartón rígido insertado dentro de la funda de conservación a 4 solapas. En la Figura 45, 46 y 47 podemos ver que en el pasado se hizo una intervención de restauración no idónea para consolidar una placa de vidrio roto. Se aplicó por el lado vidrio del negativo, un papel adhesivo engomado para unir los fragmentos. Para su remoción se ha elegido intervenir con un bastoncillo de algodón con agua desmineralizada y con la ayuda de una pequeña pinza, el adhesivo se ha podido eliminar definitivamente sin dejar manchas. Para las 88 copias fotográficas la intervención ha consistido en una limpieza en seco con aire comprimido y brochas suaves.

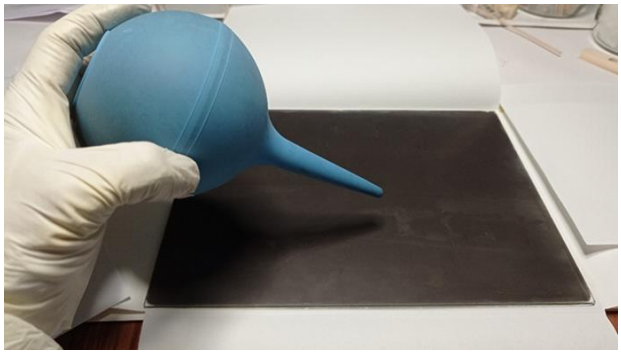
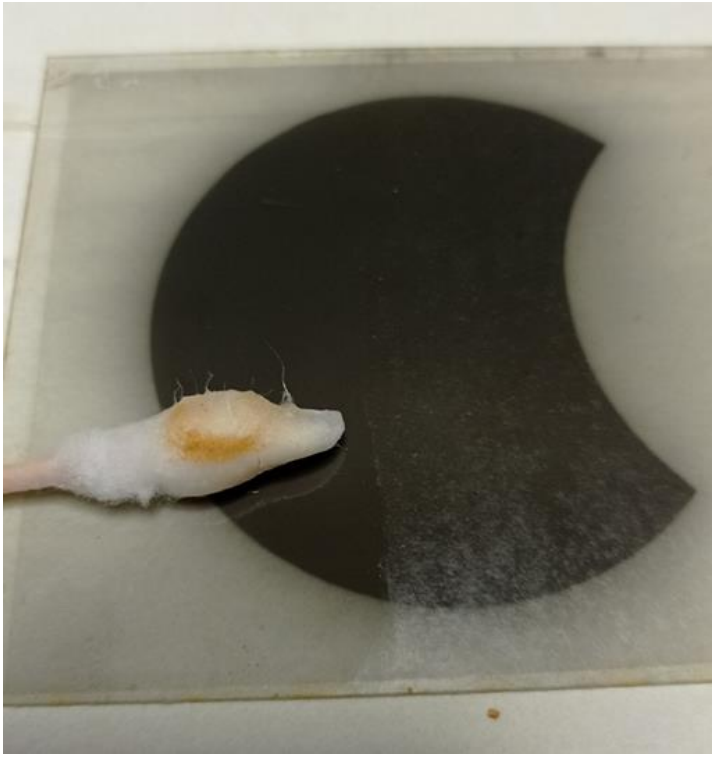


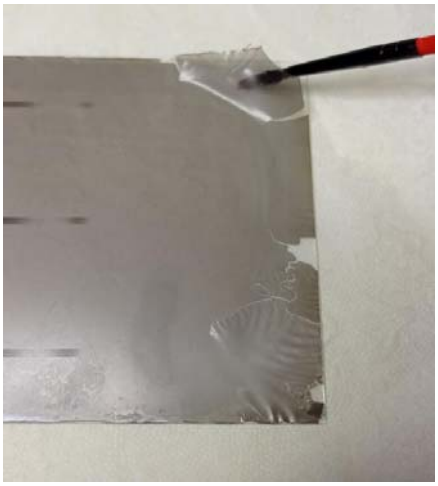
Figura 32: limpieza en seco con perilla de aire *Figura 33: limpieza en seco con brocha suave*

Nota: Antiguo Fondo Fotográfico ROA, lado vidrio, negativo a la gelatina bromuro de plata sobre vidrio

Figuras 34: Antiguo Fondo Fotográfico ROA, lado vidrio, negativo a la gelatina bromuro de plata sobre vidrio, limpieza en húmedo con bastoncillo de algodón



Figuras 35: Antiguo Fondo Fotográfico ROA, lado vidrio, negativo a la gelatina bromuro de plata sobre vidrio, limpieza en húmedo con bastoncillo de algodón



Figuras 36, 37 y 38: Antiguo Fondo Fotográfico ROA, lado emulsión, negativo a la gelatina bromuro de plata sobre vidrio aplicación del adhesivo hidroxilpropilcelulosa (Klucel G) disuelta en alcohol

Figura 39: Antiguo Fondo Fotográfico ROA, lado emulsión, negativo a la gelatina bromuro de plata sobre vidrio, contracción y despegue de la gelatina en grandes áreas de la imagen antes de la restauración

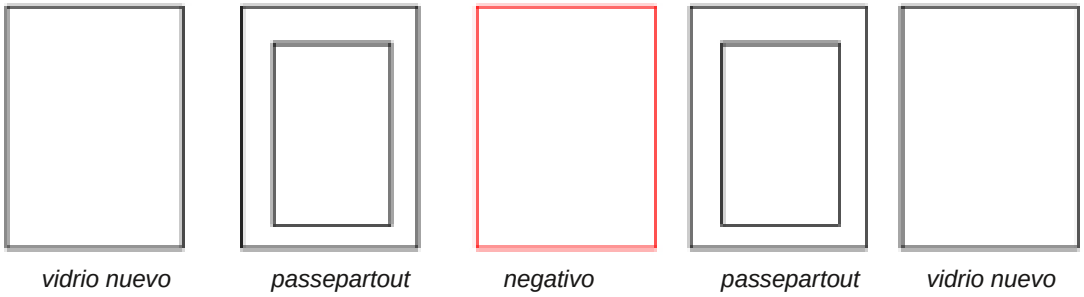


Figura 40: sándwich de intervención para las placas con emulsión separata del soporte

Nota. Adaptado de I negativi in bianco e nero con supporto in nitrato e acetato di cellulosa, en Il Restauro della Fotografia, materiali fotografici e cinematografici, analogici e digitali (p.103), M. Estrada, A. Laudisia, M. Zacchi, 2012, Edición digital: www.nardinieditore.it

Figura 41: Antiguo Fondo Fotográfico ROA, lado emulsión, negativo a la gelatina bromuro de plata sobre vidrio, contracción y despegue de la gelatina en grandes áreas de la imagen. Consolidación con la técnica del sándwich

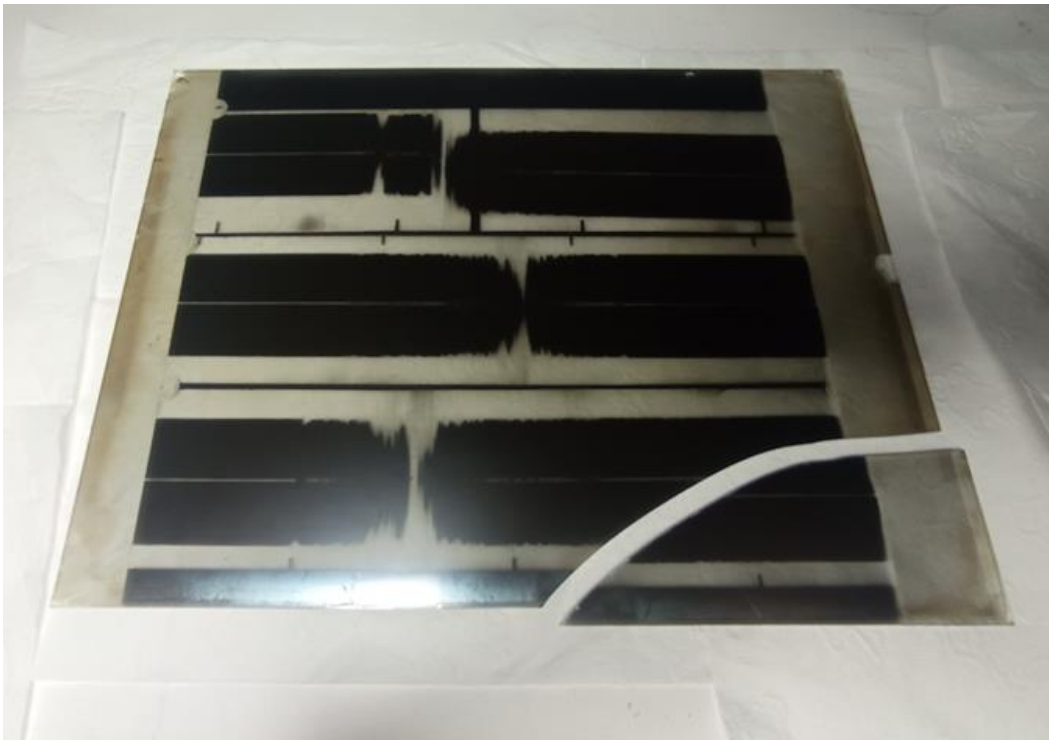


Figura 42: Antiguo Fondo Fotográfico ROA, lado vidrio, negativo a la gelatina bromuro de plata sobre vidrio, placa rota

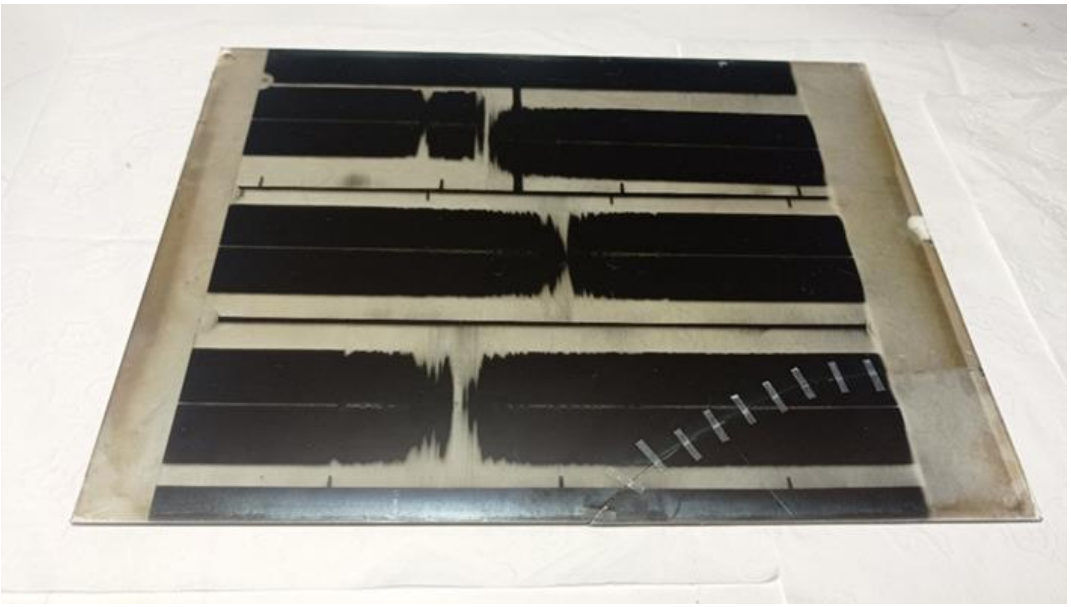


Figura 43: Antiguo Fondo Fotográfico ROA, lado vidrio, negativo a la gelatina bromuro de plata sobre vidrio, placa rota. Intervención de restauración con la aplicación de parches de adhesivo Filmoplast P transparente

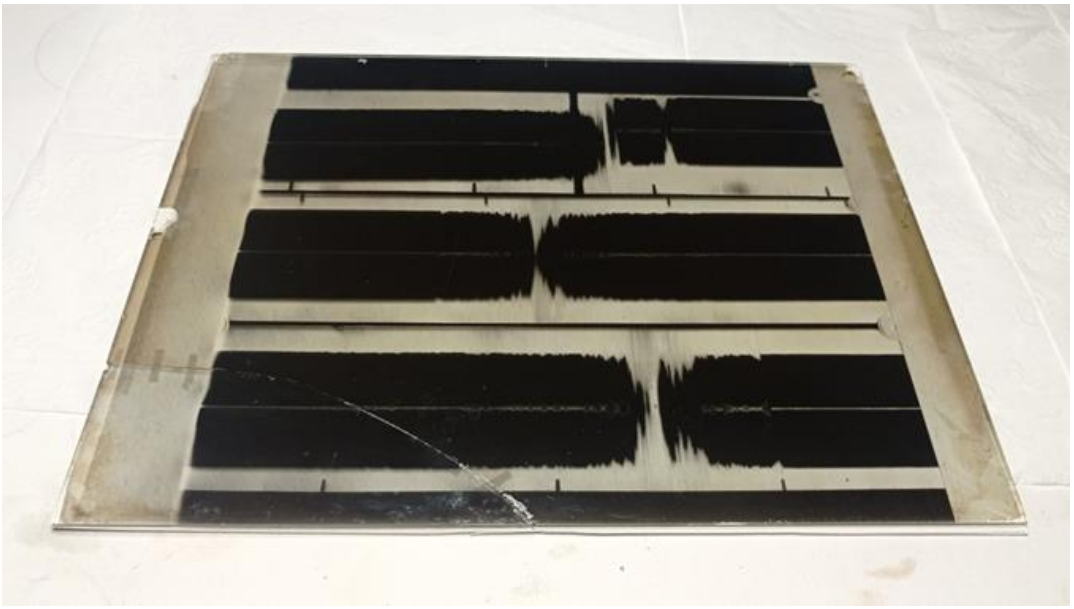


Figura 44: Antiguo Fondo Fotográfico ROA, lado emulsión, negativo a la gelatina bromuro de plata sobre vidrio, placa rota. Después de la intervención de restauración con la aplicación de parches de adhesivo Filmoplast P transparente

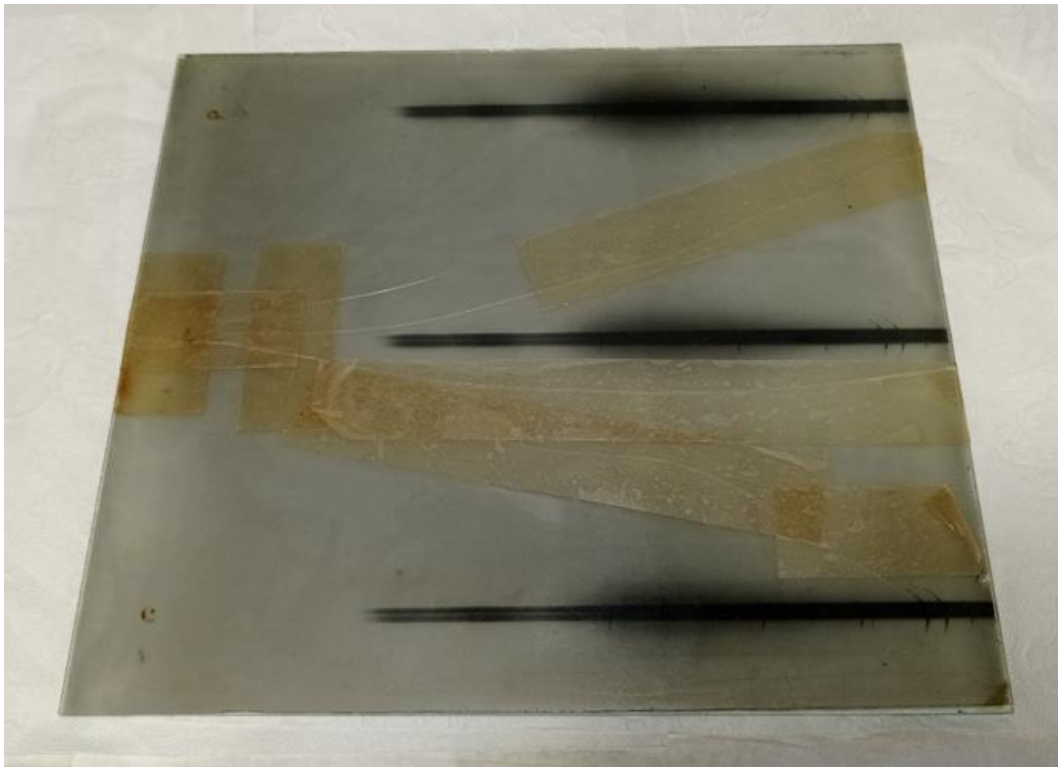


Figura 45: Antiguo Fondo Fotográfico ROA, lado vidrio, negativo a la gelatina bromuro de plata sobre vidrio, placa rota con aplicación del papel adhesivo engomado, antes de la restauración

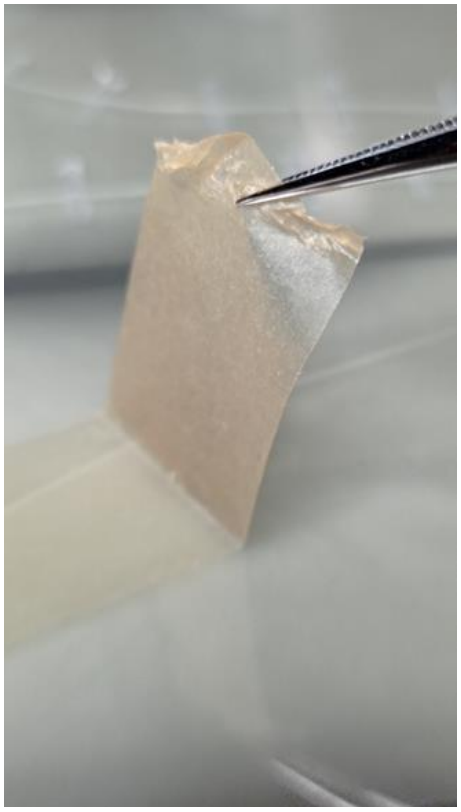


Figura 46: Antiguo Fondo Fotográfico ROA, lado vidrio, negativo a la gelatina bromuro de plata sobre vidrio, placa rota. Durante la intervención de la restauración

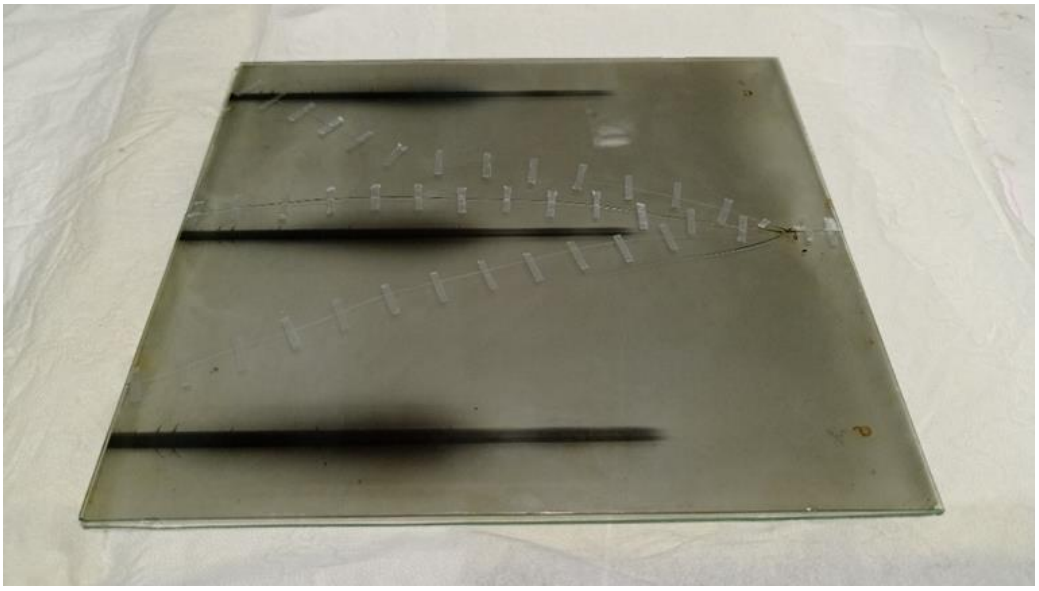


Figura 47: Antiguo Fondo Fotográfico ROA, lado vidrio, negativo a la gelatina bromuro de plata sobre vidrio, placa rota. Después de la intervención de restauración con la aplicación de parches de adhesivo Filmoplast P transparente

5.5.- Proyecto de conservación preventiva. Cuarta fase: acondicionamiento en cajas y sobres con material idóneo para la conservación de la fotografía

Los materiales utilizados para la conservación de las fotografías se pueden dividir en dos grupos:
1. Papel y cartón.
2. Materiales plásticos.
El papel y el cartón deben cumplir los siguientes criterios:
• Alto porcentaje de celulosa (más del 87%).
• pH neutro (alrededor de 6.5-7.5).
• contenido de azufre muy bajo.
• libre de lignina, de partículas metálicas, de ácidos, de peróxidos, de formaldehído y de agentes nocivos derivados del encolado.
Los envases de plástico deben cumplir con los siguientes criterios:
• Libre de plastificantes
• Superficie con acabado satinado no brillante.

Papel

El papel es el material más utilizado para el embalaje de bolsas y cajas, es un papel que se define como *neutro*, el término se refiere únicamente a la calidad del papel. Es fundamental que el papel tenga un alto porcentaje de celulosa pura, no debe ser ácido (residuos químicos en la celulosa o adquiridos durante la fabricación) y no contener otros elementos nocivos, como ceras o plastificantes. La acidez es un factor negativo. Un pH 7 representa neutralidad. Por encima de este valor está en el rango alcalino y por debajo en el rango ácido. En general, los papeles para conservación se tratan con una reserva alcalina, constituida por carbonato cálcico, para neutralizar los ácidos provenientes del exterior. Los sobres con reserva alcalina son aptos para todos los materiales que puedan desarrollar sustancias ácidas, como, por ejemplo, fotografías pegadas sobre cartones

de soporte viejos, películas de nitrato de celulosa, películas de acetato de celulosa, platinotipos, fotografías montadas sobre cartones ácidos. El uso recomendado de sobres en pH neutro es para: la fotografía en blanco y negro, copias antiguas, fotografía con soporte en vidrio, fotografía en color, cianotipos[55].

Plástico

En comercio existen distintos productos de materia plástica que en el tiempo se han utilizado para la conservación de la fotografía causando efectos degradantes como la utilización del polietileno (PE), polipropileno (PP) o cloruro de polivinilo (PVC). Para una idónea conservación con material plástico se utiliza el tereftalato de polietileno (PET). Es un material rígido de alta calidad, pertenece a la familia del poliéster. La transparencia del PET es superior a la de otros plásticos. Gracias a su estabilidad química y física se utiliza en la industria fotográfica como soporte de películas y cintas magnéticas. En el campo del archivo, el PET se conoce con los nombres comerciales de Mylar, Melinex o Terphane. Es necesario elegir los productos adecuados al tipo de solución de almacenamiento, recordando que cada archivo tiene sus propias necesidades de conservación basadas también en la gestión de las colecciones. La función protectora del contenedor debe realizarse en varios niveles partiendo del sobre de conservación que luego se colocará dentro de una caja de conservación, que a su vez se colocará en el armario en acero inoxidable[56].

Los sobres de papel o de material plástico para la conservación deben cumplir las siguientes funciones: proteger la fotografía de polvo, proteger de la luz, proteger de agentes contaminantes, facilitar la consulta, minimizar la manipulación. Las fotografías, tanto positivas como negativas, deben colocarse individualmente dentro de un sobre. Es aconsejable evitar colocar varias fotografías dentro de un solo sobre. Después de insertar la fotografía en los sobres, se colocan dentro las cajas de conservación. Los negativos se conservan en posición vertical, esta disposición facilita la consulta y evita que el peso del vidrio grave sobre la emulsión, como ocurriría en el caso de una conservación en posición horizontal. Las copias se conservan horizontalmente para evitar que el material se doble. Esta disposición vale también para positivos sobre cartón. Si queremos archivar juntos, trabajos de diferentes tamaños en diferentes cajas de conservación, se deberá elegir un formato de sobre único para estandarizar los espesores. Disponemos de varios tipos de sobres y cajas, para los sobres podemos contar con: camisas separadoras para documentos, sobres cuatro solapas con reserva alcalina, sobres cuatro solapas sin reserva alcalina, sobres cuatro solapas para placas estereoscópicas.

En el momento de elegir los formatos de sobres y cajas, las dimensiones internas deben permitir la posibilidad de poder sacar con total seguridad la fotografía. Además, se aconseja no dejar demasiado espacio dentro de las cajas de conservación para garantizar suficiente solidez y seguridad de las fotografías.
Durante el trabajo de asistencia técnica, para conservar el Antiguo Fondo Fotográfico se han utilizado cajas para la conservación vertical y sobres a 4 solapas para los negativos en placas de vidrio.
Las fundas 4 solapas que preservan las placas de vidrio, tienen las siguientes características: papel barrera con alto contenido de alfa celulosa, libre de ácido y ligninas, con pH 7’5-8, sin reserva alcalina, resistente a las rasgaduras, plegaduras y a la oxidación, gramaje de 90 gr/m², papel barrera certificado con el Photographic Activity

[55] Berselli, S., Gasparini, L. (2000), pp.130 - 132
[56] Berselli, S., Gasparini, L. (2000), pp.135 - 137

Test (PAT). Los sobres contenientes los negativos se han conservados de manera vertical en cajas de cartón libre de ácidos y sin blanqueantes ópticos, con pH 8'5, con pulpa del cartón de alfa celulosa y de ligninas controladas, resistente a las rasgaduras, plegaduras y a la oxidación, en cartón compacto de 10/10 de grosor y certificado con el Photographic Activity Test (PAT). Cada caja de conservación puede contener 30 - 40 placas dependiendo del grosor y del tamaño de la placa de vidrio.

En las Figuras 48 y 49 podemos ver como las fundas respetan el tamaño de cada negativo, el lado emulsión del negativo está cubierto por las 4 solapas. Se ha dado un nuevo número de inventario durante el trabajo de restauración; este número se ha escrito a lápiz en la funda antes de guardar la placa dentro de ella, para evitar la transferencia al soporte de vidrio.

Las fundas 4 solapas y las cajas en cartón pH neutro se han comprados en la empresa de material de conservación para los bienes culturales JCR http://www.jcr1.com/index.html y como demuestra la Figura 50, han sido conservadas dentro de un armario de acero inoxidable para archivos[57]

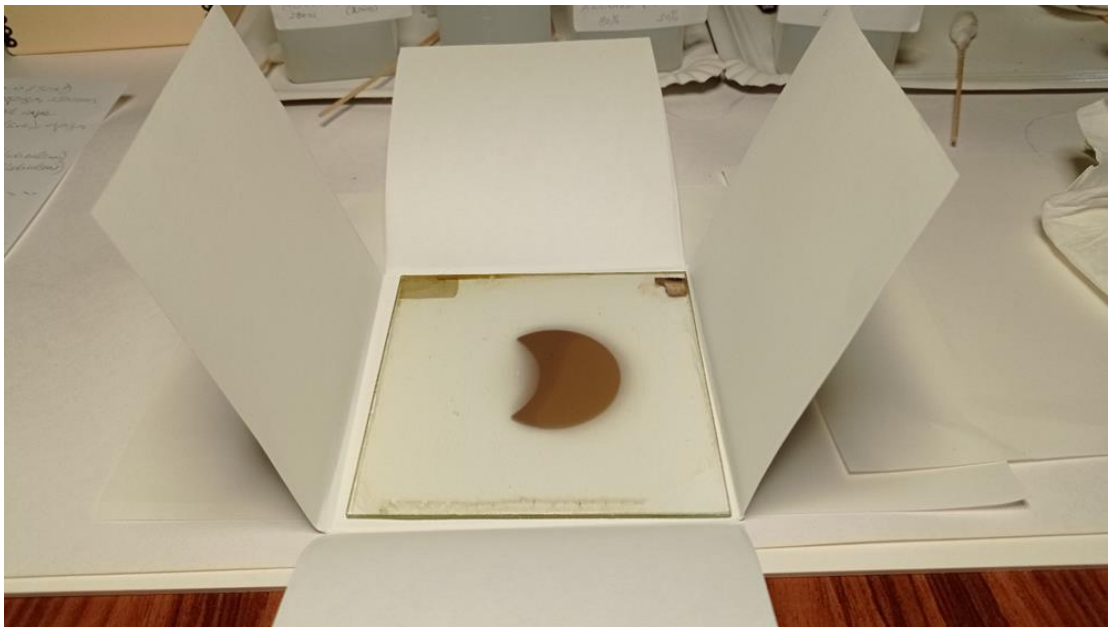


Figura 48: Antiguo Fondo Fotográfico ROA, lado emulsión, negativo al colodión húmedo conservado dentro la funda 4 solapas a pH neutro

[57] Berselli, S., Gasparini, L. (2000), pp.139-142

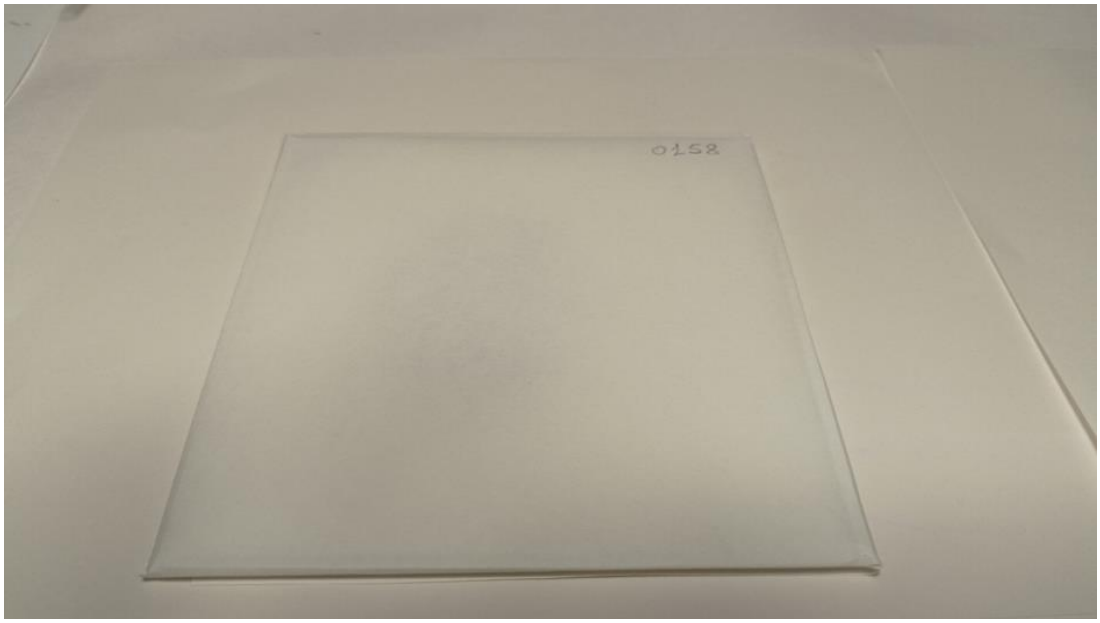


Figura 49: Antiguo Fondo Fotográfico ROA, negativo al colodión húmedo dentro la funda 4 solapas a pH neutro con numero de inventario escrito a lápiz

Figura 50: Antiguo Fondo Fotográfico ROA conservado dentro del armario de acero inoxidable para archivos

6.- Investigación para la identificación cronológica de negativos de un eclipse total de Sol

Durante el estudio del Antiguo Fondo Fotográfico ROA para redactar el proyecto de conservación preventiva, analicé atentamente la caja de madera que conservaba los 16 negativos al colodión húmedo 120x120 mm de un eclipse total de Sol. Este grupo de negativos no presentaban ninguna información relativa a la fecha del fenómeno astronómico. Esto resultó bastante singular respecto a todo el fondo fotográfico ya que había sido clasificado por temas de observación y fechas por parte de los astrónomos a

lo largo del tiempo. Me pregunté si era posible acercarse a la fecha del eclipse total de Sol documentada a través de los negativos al colodión húmedo.

La metodología de investigación utilizada para poder identificar los datos cronológicos ha querido cruzar datos provenientes de los documentos de archivos (informes, correspondencias, publicaciones y anales) con los datos relativos a los análisis de la identificación de la técnica fotográfica teniendo en cuenta también todas las fechas de los eclipses totales de Sol verificados a mediados del siglo XIX. La identificación del colodión húmedo hace conjeturar que en un determinado periodo de tiempo el Observatorio Astronómico de San Fernando pudo sacar fotografías con este tipo de técnica, específicamente entre 1851 y 1880.

¿En qué ocasión los astrónomos han utilizado el colodión húmedo para documentar los fenómenos astronómicos? Seguramente podemos opinar que fue en un eclipse total de Sol que se verifico entre el 1851 y el 1880.

¿Cuántos eclipses totales de Sol se verificaron en este periodo de tiempo? Podemos constatar a través la página web de la Nasa[58] que fueron tres los eclipses totales de Sol que podrían coincidir con los negativos al colodión húmedo: el eclipse que se manifestó en día 18 de julio 1860 donde la franja de oscuridad (banda de totalidad) fue visible en España; el eclipse total de Sol que se manifestó en día 22 diciembre 1870 donde la franja fue visible en España; el eclipse total de Sol día 29 de julio 1878 donde la franja fue visible en la isla de Cuba y Estados Unidos.

Identificado este periodo temporal, el campo de investigación se reduce. Sucesivamente he querido comprobar si existía un enlace entre el material fotográfico y la documentación archivística conservada en el archivo histórico y biblioteca del Real Instituto y Observatorio de la Armada. En esta fase he tenido que analizar documentos, informes, correspondencias y publicaciones en relación a los años identificados y también se añade una búsqueda de copias fotográficas en papel y fotografías publicadas en los anales del ROA.

De esta manera el estudio del material fotográfico ha sido paralelamente conducido con una búsqueda sistemática de documentos en papel, dejando emerger una situación de gran interés que ha podido crear nuevas llaves de acceso a la interpretación de un extraordinario corpus de fotografías astronómicas.

Aplicando esta metodología para la investigación que se identifica con encontrar elementos en conjuntos y proceder después por el principio de exclusión, he podido averiguar la fecha del eclipse total de Sol documentado a través de los negativos al colodión húmedo.

6.1. Investigación en archivo del eclipse total de Sol del 18 de julio 1860

En la biblioteca del Real Instituto y Observatorio de la Armada se conserva una memoria publicada sobre el eclipse de Sol de 18 de julio 1860, escrita por el capitán de navío de la Armada y director del Observatorio de Marina de San Fernando, D. Francisco de

[58] Tablas de las franjas de oscuridad de los eclipses totales de Sol de 1860, 1870, 1878. https://eclipse.gsfc.nasa.gov/solar.html

Paula Márquez. El director describe la expedición hacia el punto de observación elegido: Cabo de Oropesa[59]. Recibió las órdenes de parte de S.M. de organizar una comisión compuesta por los oficiales de la Armada, los alumnos del curso de Estudios Superiores y algunos observadores de la sección de astronomía que pudieron trasladarse a Cabo de Oropesa y estudiar el fenómeno. El Cabo de Oropesa fue elegido por el director del Observatorio Astronómico de Madrid, Antonio Aguilar, que estimó también que los lugares más convenientes para la observación serían el Desierto de las Palmas cerca de Oropesa, Peña Golosa (1.800 metros de altitud) o el Moncayo (2.340 m)[60]. En paralelo a las observaciones del eclipse de Sol, el director Antonio Aguilar propuso al director Francisco de Paula Márquez, determinar la diferencia de longitud entre los Observatorios de Madrid y el Observatorio de San Fernando por medio de señales eléctricas cooperando con el Director General de Telégrafos. Para el grupo de estudio de San Fernando (cinco oficiales alumnos y tres observadores de la sección de astronomía), fue una gran oportunidad de práctica de observaciones en medir estas diferencias utilizando la aguja de Wheatstone. En los días 18, 21, 22, 23 de junio determinaron así en San Fernando el tiempo por alturas correspondientes al sol y en Madrid por pasos meridianos de estrellas. Durante los días 25, 26, 28, y 29 de junio en San Fernando se hicieron observaciones para el arreglo de los cronómetros destinados a la expedición. El día 30 de junio los instrumentos para la observación del eclipse se trasladaron desde el Observatorio de San Fernando al vapor de S. M. Alerta con el comandante de navío D. Ángel Topete. Los instrumentos llegaron el día 12 de julio a Castellón de la Plana juntos a la comisión de observación de la sección astronómica del Observatorio de San Fernando, entre los ilustres científicos quiero destacar el alférez de navío D. Cecilio Pujazón por su importancia en las sucesivas observaciones de los eclipses del 1870 y 1878. Desde Castellón de la Plana los astrónomos del Observatorio junto a un grupo de astrónomos portugueses salieron con el vapor Destello destinado al servicio de los faros, servicio facilitado por el ingeniero civil de la provincia el Sr. Bellón. El grupo llegó a Oropesa a las 10 de la mañana, se instaló y organizó los instrumentos para la observación del fenómeno astronómico. El Sr. D. Rodrigo de Ribeiro de Sousa Pinto, jefe de la Comisión portuguesa, se encargó de la parte astronómica junto al Sr. Miranda que poseía un anteojo acromático de Dolland que definía muy bien los objetos. Los Sres. Souza y Brito Capello se ocuparon de las observaciones magnéticas y fotométricas, mientras las observaciones de la presión atmosférica, temperatura y humedad del aire y termómetro de radiación solar fueron controladas por los tenientes de navío D. José Montojo y D. Giacobo José Gordon. El teniente de navío D. Agustín Serrano Mayoral y el alférez de navío D. Cecilio Pujazón se encargaron de las observaciones actinométricas[61]. De la sección de astronomía D. Enrique Garrido y el alférez de navío Simón Manzanos se ocuparon de la descripción de la corona del Sol y las protuberancias con el uso de un acromático de Dolland y un pequeño anteojo. El día 18 de julio todos los instrumentos estaban listos para poder registrar el fenómeno del eclipse total de Sol con un cielo despejado y las observaciones fueron registradas desde el principio del eclipse hasta el fin de la totalidad. Se estudiaron también efectos del eclipse en las plantas y en las personas. El grupo de científicos permaneció hasta el día 24 de julio en el Faro de Oropesa porque quería obtener nuevas determinaciones de tiempo para la longitud por medio de señales eléctricas hechas y observadas en la estación telegráfica de Castellón de la Plana. Desafortunadamente no pudieron seguir con los estudios porque el cólera había avanzado en Valencia y llegaban noticias de que

[59] La zona de oscuridad total cruzaba el noreste de España (de Cantabria a Cataluña).

[60] Díaz, Díaz, I. J. (2014*), La primera fotografía de las protuberancias solares fue hecha en España. El eclipse de Sol 1860 y la Real Academia de Ciencia*, Rev.R.Acad.Cienc.Exact.Fís.Nat. (Esp), Vol. 107, Nº. 1-2, p.30

[61] Mide el poder calorífico de la radiación electromagnética y en meteorología se utiliza para medir la intensidad de la radiación solar.

también había invadido Castellón de la Plana. Los científicos por prudencia dejaron el Faro de Oropesa y se dirigieron a Cartagena y después a Málaga donde el estado sanitario era bueno y esto permitió determinar el tiempo y la latitud. El día 4 de agosto salió la expedición de Málaga para Algeciras y el día sucesivo desde Algeciras salieron con el Sr. Topete para Cádiz llegando el día 6 de agosto[62]. Respecto al uso de aparatos fotográficos en la memoria no se menciona ninguna toma fotográfica y además el director afirma: … *el disgusto que me producía antes del eclipse la falta de medios fotográficos…*[63]. Está claro que los astrónomos del Observatorio de San Fernando no sacaron fotografías porque le faltaba la cámara fotográfica. Descartamos así la hipótesis de que el eclipse de Sol documentado a través de los negativos al colodión húmedo fuese el del día 18 de julio de 1860.

Las fotografías del eclipse de Sol de 1860 fueron sacadas por parte de comisiones extrajeras. Vinieron a España más de treinta expediciones científicas procedentes de once países. Con la *Expedición Himalaya* denominada así por el buque HMS Himalaya, los británicos pudieron desplazar equipos de varias toneladas que les permitían hacer excelentes observaciones. La expedición constituida por sesenta personas llegó a Bilbao el 7 de julio 1860. Entre los astrónomos británicos más importantes se destaca Warren de la Rue, químico y secretario de la Royal Astronomical Society, inventor de un telescopio solar especial, el Fotoheliógrafo construido en Rusia. Warren de la Rue se desplazó a Rivabellosa para observar el eclipse y sacar fotografías con su telescopio combinado con cámara fotográfica y obtuvo fotografías de la totalidad del eclipse. Otra expedición muy importante fue en el Desierto de Las Palmas donde se pudieron sacar fotografías del fenómeno astronómico. La expedición fue organizada por el director del Observatorio Astronómico de Roma, Padre Pietro Angelo Secchi para acompañar un grupo de astrónomos madrileños. El grupo salió de Madrid hacia Castellón el día 1 de julio. Llegados al Desierto de las Palmas, el director del Observatorio Astronómico de Madrid Antonio Aguilar y el ayudante Cayetano Aguilar determinaron la hora local con ayuda de un sextante, un anteojo meridiano portátil de Repsold y dos cronómetros Dent. Después el grupo de la expedición se dividió: uno se instaló en una ermita abandonada, dedicada a Nuestra Señora del Carmen y el otro en un punto más alto, a unos setecientos metros sobre el nivel del mar, llamado San Miguel.

En la ermita de Nuestra Señora del Carmen se instalaron: P. Secchi con el telescopio ecuatorial Cauchoix, de seis pulgadas de abertura y dos metros y medio de distancia focal que estaba destinada a la ejecución de los trabajos fotográficos; teodolito astronómico acodado de Repsold (circulo meridiano) utilizado por Cayetano Aguilar y Alcover. Se sacaron fotografías de las protuberancias coloreadas y de la corona solar. Estaría a cargo el Profesor José Monserrat, catedrático de Química de la Universidad de Valencia y distinguido fotógrafo, auxiliado por el jesuita P. Vinader, catedrático de Física del Seminario de Salamanca y el discípulo de Monserrat.

En la ermita de San Miguel Arcángel se instalaron: Antonio Aguilar con un anteojo montado paralácticamente, construido para la observación de este eclipse por Steinheil, con objetivo de cuatro pulgadas y media de diámetro y distancia focal de seis pies; P. Secchi provisto de un refractor de Fraunho de 75 mm de apertura al que había incorporado diversos accesorios (un sistema de tres oculares Merz con aumentos de 60, 90 y 130; un filtro neutro graduado; un micrómetro de posición y un retículo especial de hilo de araña. También estaba presente el profesor Rodríguez Cepeda dispuesto a

[62]Paula Márquez de, F. (1861), *Memoria sobre el eclipse de Sol de 18 de julio de 1860,* Madrid, Imprenta de Fortanet, pp.1-94
[63] Paula Márquez de, F. (1861), p.93

estudiar los fenómenos de la corona y las protuberancias con un telescopio de 93 mm de abertura[64].

Los documentos y fotografías del eclipse de Sol de 1860 que se realizaron en el Desierto de Las Palmas se conservan en el archivo del Observatorio Astronómico di Roma a Monte Porzio Catone[65]. Analizando el legajo que comprende una serie de manuscritos, dibujos, cartas, publicaciones, datos relativos a la observación del eclipse, he podido también observar las copias fotográficas conservadas. Podemos ver en la Figura 51, un grupo de copias en papel a la sal que documentan la fase total del eclipse de Sol y otra, que desde el principio ha capturado mi atención. La fotografía que quiero tratar es una copia en papel a la sal de 180 x 250 mm, podemos observarla en la Figura 52. Documenta un retrato de grupo de los astrónomos que participaron en la expedición de Las Palmas. En el anverso, la fotografía presenta notas escritas especificando los nombres de los astrónomos presentes en ella y sus instrumentos, pero sin mencionar el nombre del lugar donde se encontraban, solo lleva una nota que dice: *portería del convento*. El artículo de Ildefonso, Díaz, Díaz, *La primera fotografía de las protuberancias solares fue hecha en España. El eclipse de Sol 1860 y la Real Academia de Ciencia*, 2014, Madrid, ha sido leído y citado en el TFM para sacar informaciones sobre la historia de las expediciones en España en relación al eclipse de Sol de 1860. Analizando y cruzando los datos con las informaciones del artículo de Díaz, Díaz, I. y el material recopilado en el Observatorio Astronómico de Roma he constatado que la fotografía del retrato de grupo de los astrónomos de la expedición en Las Palmas fue sacada en la ermita de Nuestra Señora del Carmen. Los datos que demuestran el lugar de la toma están identificados por el listado de los nombres presentes en la nota del anverso de la fotografía que corresponden a los nombres citados en el artículo de Díaz, Díaz, I., pp.31-34 y también porque se ha encontrado un grabado realizado por Benlliure, J., publicado en el semanario *La Ilustración española y americana* (1879), año 23, no. 10, que representa el *Antiguo convento de carmelitas descalzos*, *en El Desierto de las Palmas* que podemos observar en la Figura 53, el mismo lugar representado en la fotografía encontrada en los documentos del eclipse de Sol de 1860 en Roma.

[64] Díaz, Díaz, I. J. (2014), pp.9-42
[65] Visita al Observatorio Astronómico de Roma en fecha 22/10/2019

Figura 51: Eclipse total de Sol de 1860. Fotografía en papel a la sal. Observatorio Astronómico di Roma (Monte Porzio Catone)

Figura 52: Retrato de grupo de los astrónomos italianos y españoles que participaron a la expedición en Las Palmas. Fotografía en papel a la sal 180 x 250 mm. Observatorio Astronómico di Roma

Al verso notas manuscritas en tinta negra:

a: Señor Cepeda (Rodríguez) con su telescopio
b: Señor Aguilar con anteojo a su ecuatorial
c. P. Secchi con su ecuatorial con registro de relojería
d. …. a los instrumentos de Melloni
e. P. Vinader al ecuatorial
f. Sig. Aguilar Cayetano con instrumento de Passaggi (meridiano de Repsold)
g. Policía de guardia

Antiguo convento de carmelitas descalzos, en El Desierto de las Palmas

Figura 53: Antiguo convento de carmelitas descalzos, en El Desierto de las Palmas

Nota. Adaptado de La Ilustración española y americana. (1879), año 23, no.10, grabado realizado por J. Benlliure

A partir del 1869, Cecilio Pujazón es designado por decisión del Almirantazgo director del Observatorio Astronómico de San Fernando. Su cargo se desarrolló hasta el 1891, fecha de su muerte inesperada. Pujazón, durante su dirección escribió en 1870 una propuesta de redacción de un nuevo reglamento para el Observatorio que incluía: la modificación en la organización laboral del personal (los sectores se dividen en Efemérides, Astronomía y Navegación), redacción de un nuevo reglamento, construcción de nuevos edificios (para la Academia de Estudios Superiores, el depósito de instrumentos y la vivienda del director). También hizo una distinción de las tres tareas que se llevaban a cabo en el Observatorio: cálculo del almanaque, observaciones astronómicas y físicas, depósito y arreglo de los cronómetros e instrumentos de la Marina. El Almirantazgo nombro una Junta para la evaluación del informe que estuvo integrada por el capitán de navío Claudio Montero, el capitán de fragata Cecilio Pujazón y el primer observador José López de Ayala. El texto fue aprobado por el Gobierno de la República el 29 de mayo de 1873, fecha a partir de la cual el Observatorio de Marina de San Fernando pasó a llamarse Instituto y Observatorio de Marina[66]. En 1873 el Instituto y Observatorio de la Marina queda consolidado como institución propia de la Marina, utilizado para la formación de los oficiales de la Armada y para el apoyo técnico científico e instrumental a los buques militares. El estudio de observaciones y cálculos astronómicos servían como auxilio a la navegación. La astronomía fue utilizada para establecer las posiciones geográficas de las costas españolas en colaboración con las comisiones hidrográficas, fue útil también para la elaboración de tablas de posiciones y movimientos de los astros[67]. Cecilio Pujazón se enmarca como unos de los científicos

[66] A partir del 3 de julio de 1987 el Instituto y Observatorio de Marina pasará a llamarse Real Instituto y Observatorio de la Armada, título concedido por el Rey.
[67] González, González, F .(1992), pp.217-221

más de vanguardia por su interés en enriquecer el Observatorio de instrumentos y aparatos necesarios a las observaciones astronómicas con una especial atención a la fotografía astronómica. A partir del 1870 podemos imaginar que el Instituto y Observatorio de la Marina se dota de una cámara fotográfica para documentar fenómenos astronómicos, entre todos destacamos los eclipses de Sol. Vemos en los capítulos sucesivos, la importancia para Pujazón de avalarse del medio fotográfico y cómo era necesario hacer ensayos con la cámara enroscada al telescopio unos días antes de la llegada del fenómeno astronómico. Cecilio Pujazón desde el principio de su actividad como director del Observatorio, demuestra una gran sensibilidad por el medio fotográfico personificando un hombre innovador para la ciencia española y europea.

6.2.- Investigación en archivo del eclipse total de Sol del 22 de diciembre 1870

Una vez constatado que los negativos al colodión húmedo no pertenecen al eclipse total de Sol de 1860, la metodología de investigación ha seguido queriendo cruzar y descartar datos encontrados en los documentos de archivo del Real Instituto y Observatorio de la Armada en relación al eclipse total de Sol de 22 de diciembre 1870 visible en España. La caja n. 137 Observaciones Astronómicas – eclipse 1870, conserva el borrador de la memoria escrita del eclipse de Sol de 1870 por Cecilio Pujazón, publicada sucesivamente en los *Anales del Observatorio de Marina* de San Fernando 1870, y las notas de preparación hechas para obtener fotografías durante el eclipse. Los dos documentos confirman que la técnica utilizada en aquella época de parte del Observatorio fue el colodión húmedo. No quiero esconder la alegría que he probado al encontrar este tipo de noticia porque confirma en primer lugar el uso y relación entre la técnica del colodión húmedo y su aplicación a la fotografía astronómica por parte del Observatorio de San Fernando. El siguiente paso estaba en demostrar que los negativos al colodión húmedo sin fecha correspondieran a los negativos realizados durante el eclipse de Sol de 1870.

La memoria de Cecilio Pujazón, publicada en los Anales del Observatorio de San Fernando del 1870 con título *Eclipse de Sol de 22 de diciembre 1870* es tan rica de detalles técnicos fotográficos que nos hace entender la importancia que les daba el director, al dedicar dentro de la memoria un apartado solo para la fotografía, identificándola como técnica indispensable para la astronomía.

San Fernando, Sanlúcar de Barrameda y Jerez de la Frontera se encontraban en 1870 en la zona de totalidad del fenómeno astronómico. La estación principal elegida fue el propio Observatorio y la secundaria fue Sanlúcar de Barrameda.

Los trabajos que debían hacerse en las dos estaciones eran: observaciones meteorológicas en los días antes y después al eclipse y durante el eclipse, fotografías del Sol, fotografías de la fase parcial del eclipse, observación de los contactos del limbo lunar con el del Sol y manchas más notables de éste, medición de distancia de cuernos, fotografías de la totalidad, estudio y dibujo de la corona a simple vista y con anteojos, análisis espectral de la luz de la corona.

Cecilio Pujazón empezó a organizar el plan para la observación del eclipse aprobado por el Almirantazgo. La comisión extranjera de astrónomos que querían acudir al eclipse de Sol fue favorecida por parte del director de modo que pudieran llevar a España los instrumentos sin tener que abonar derechos en la aduana. Pujazón pidió también la autorización para unir la oficina de telégrafos en San Fernando con la estación

telegráfica del Observatorio de San Fernando lo que permitiría realizar, en caso necesario, observaciones para determinar la diferencia de longitud entre el Observatorio y los emplazamientos elegidos como estación por la expedición extranjera: Olivar de Buena Vista (Jerez de la Frontera).

Diferentes fueron las estaciones instaladas para observar el eclipse:
- Sanlúcar de Barrameda: comisión del Observatorio de San Fernando
- Olivar de Buenavista (Jerez de la Frontera): comisión anglo-americana dirigida por Mr. Winlock
- San Antonio (El Puerto de Santa María): comisión británica dirigida por Mr. Perry
- María Luisa (El Puerto de Santa María): comisión de aficionados ingleses organizada por Lord Lindsay
- Gibraltar: comisión británica
- Estepona: comisión del Observatorio de Madrid, dirigida por Antonio Aguilar.
- San Fernando: observaciones dirigidas por Cecilio Pujazón[68].

Cecilio Pujazón en enero de 1870 dispuso al Almirantazgo que se construyesen los aparatos de que carecía el Observatorio, necesarios para la observación del eclipse de Sol del 22 de diciembre. Se contractaron dos casas constructoras de instrumentos ópticos de Paris, Hermanos Brunner y Lerebours y Secretan para la construcción de un telescopio del sistema Foucault, montado ecuatorialmente con movimiento de relojería y preparado para obtener fotografías del eclipse y también más instrumentos aptos para la observación[69]. Los fabricantes emprendieron la construcción de los aparatos que prometieron entregar en el mes de septiembre, pero esto no fue posible por la guerra entre Francia y Prusia. Pujazón tuvo que improvisar el arreglo de la parte fotográfica al telescopio. Lo que hizo fue preparar el gran ecuatorial del Observatorio para adaptarla al aparato fotográfico:

> *Para convertir el anteojo en cámara fotográfica se quitó el tubo ocular y la pieza en que éste se asegura y cierra la parte posterior del último cuerpo de aquel, y se colocó en su lugar una pieza de madera a la que se atornilló una cámara oscura ordinaria, que quedó colocada de modo que, al estar el anteojo en el meridiano, quedasen horizontales los cantos superior y inferior del bastidor de los chasis: los dos bastidores anterior y posterior de la cámara se ligaron por medio de tres sólidos tirantes de madera y tres tornillos que entraban en estos, dándole así la conveniente rigidez y pudiendo al mismo tiempo aumentar o disminuir su longitud en la cantidad necesaria para que la plancha fotográfica quedase situada en el foco químico del objetivo*[70].

Pujazón encargó la manipulación fotográfica a los fotógrafos de Cádiz, Sres. Rocafull e hijo. Su intención era obtener fotografías de la corona en el menor tiempo posible sin utilizar ninguna ampliación al objetivo, llegando a obtener la imagen solar de cinco centímetros. Para la fase parcial del eclipse se utilizó un obturador instantáneo:

> *En el bastidor anterior de la cámara se insertó una tabla en cuyo centro quedaba una abertura cuadrada de cinco y medio centímetros de lado: en la cara posterior de la tabla se aseguraron dos guías entre las cuales podía correr*

[68] González, González, F. J. (1992), pp.245-247
[69] Espectroscopio de cinco prismas con aparato micrométrico para adaptarlo a la gran ecuatorial del Observatorio; un anteojo de nueve centímetros de objetivos montado ecuatorialmente con movimiento de relojería y espectroscopio. Anales del Observatorio de Marina de San Fernando, (1870), *Eclipse de Sol de 22 de diciembre de 1870,* p.2
[70] Anales del Observatorio de Marina de San Fernando, (1870), p.2

una planchuela, en cuyo centro quedaba una ranura que podía aumentarse o disminuirse á voluntad: esta planchuela se corría hasta uno de dos muelles enrollados en las guías hacía correr la planchuela hasta el otro lado de la cámara, pasando la ranura rápidamente por delante de la abertura de la tabla, y produciendo por consiguiente una cortísima exposición de la plancha fotográfica[71].

El gran ecuatorial Brunner se encontraba a partir de 1861 en la cúpula de madera que fue diseñada por el arquitecto gaditano Isaac Nessi en relación a un proyecto de remodelación del edificio principal (1857-1862). Podemos observar en las Figuras 54, 55, 56, 57 que la cúpula se abría por la mitad por un sistema de ranuras y giraba a 360˚con un sistema de ruedas sobre raíles[72].

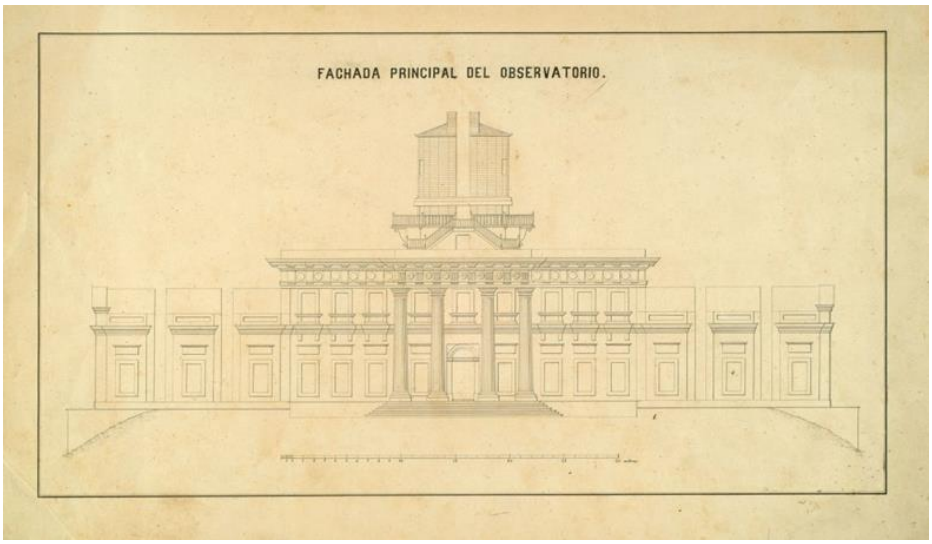


Figura 54: Sección Este – Oeste del edificio principal (1861)

Nota. Adaptado de El Observatorio de San Fernando 1831 – 1924 (p.206), F. J. González González, 1992, Ministerio de Defensa, Secretaría General Técnica

[71] Anales del Observatorio de Marina de San Fernando, (1870), p.2
[72] González, González, F. J. (1992), pp.172 - 178

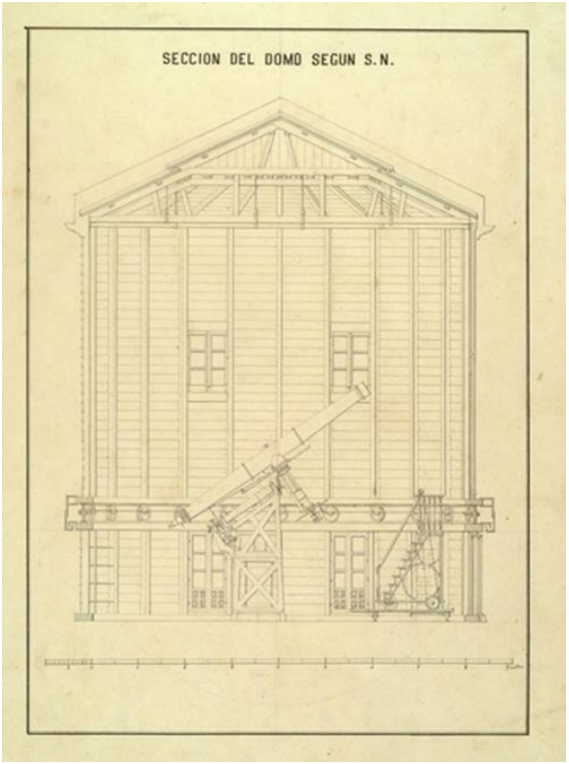


Figura 55: Sección del domo del anteojo ecuatorial Brunner (1861)

Nota. Adaptado de El Observatorio de San Fernando 1831 – 1924 (p.211), F. J. González González, 1992, Ministerio de Defensa, Secretaría General Técnica

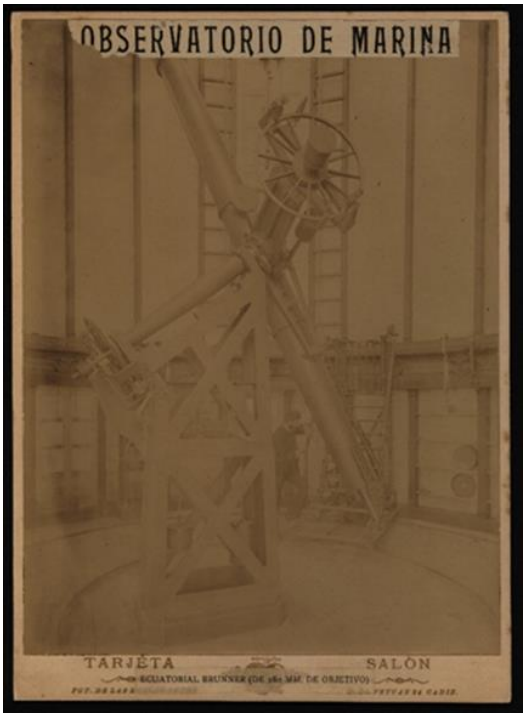


Figura 56: Telescopio refractor (1868) - Brunner Frères (París)

Nota. Fotografía sobre papel a la albúmina 252 x 180 mm (Tarjeta salón) montada sobre cartón de 252 x 180 mm. Fotógrafo Rafael Rocafull. Fondo fotográfico ROA

Figura 57: Telescopio refractor (1868) – Brunner Frères (París).

Nota. Colocación actual del telescopio dentro de la sala del museo del Real Instituto y Observatorio de la Armada.

Para poder sacar fotografías al eclipse de Sol, fue instalado dentro del domo, a lado del gran ecuatorial un laboratorio fotográfico. Podemos imaginar una parte de la organización del laboratorio fotográfico gracias a una nota encontrada en archivo que forma parte del expediente del eclipse de Sol de 1870:

> *El laboratorio estaba dividido en dos partes, en una se hacían las operaciones de preparación de los cristales antes de la exposición y en el otra el revelado y demás operaciones hasta la conclusión de la prueba; el objeto de esta separación era que estuviesen completamente separados los agentes reveladores de los baños de plata para que ni los vapores ni pequeñas gotitas que por descuido pudieran saltar dieran lugar a que se echase a perder alguna prueba: además se hizo en la pared del cuarto una ranura a especie de buzón con su cortina amarilla por dentro y fuera para poder pasar los chasis de uno a otro lado sin necesidad de abrir la puerta. Para estas operaciones se emplearon cincos individuos que son D. Manuel Pol que se ocupaba en colodionar, bañar y colocar las placas en los chasis que recogía D. Enrique Díaz para darlos ordenadamente a D. Emilio Rocafull que los colocaba en la cámara, daba el tiempo de exposición y los devolvía a D. Enrique Díaz quien los iba entregando por su turno a D. Rafael Rocafull que los revelaba y fijaba, además había un ayudante que repasaba los cristales, llenaba los jarros, etc.*[73]

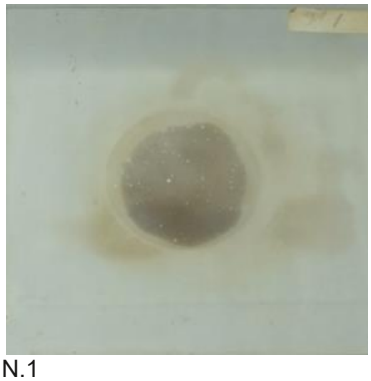
[73] AROA, Caja 137, notas de las preparaciones hechas para obtener las fotografías del eclipse total de Sol de 1870, Expediente eclipse de Sol 1870.

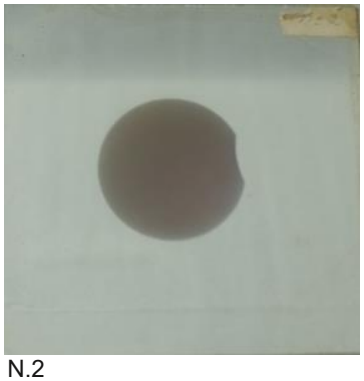
Antes del fenómeno astronómico se realizaron pruebas fotográficas y se experimentaron dos fórmulas químicas del colodión con lo cual resultó la más apropiada la siguiente:
Baño de plata: se prepararon 200 gramos de baño compuesto de nitrato de plata disuelto en agua al 8 por 100, con unas gotas de ácido nítrico y otro baño de 200 gramos con el nitrato al 9 por ciento.
Colodión: 100 gr de éter sulfúrico de 64˚, 80 gr de alcohol de 40˚, 1 gr de algodón pólvora, 7,5 gr de ioduro de admonium, 0,2 gr de ioduro de litium, 1 gr de ioduro de cadmium, 0,5 gr de Bromuro de cadmium.
Revelador: 100 gr de agua, 30 gr de sulfato de hierro, 30 gr de alcohol, 30 gr de alcohol acético, 3 gr de éter sulfúrico, 3 gr de acetato de amoniaco.
Reforzador: 1000 gr de agua, 40 gr de sulfato de hierro, 40gr de ácido cítrico, 20 gr de alcohol, 10 gr de ácido acético.
Fijado: cianuro de potasio disuelto en agua al 3 por 100
Barniz: 30 gr de ámbar amarillo, 250 gr de éter sulfúrico, 250 gr de cloroformo[74].

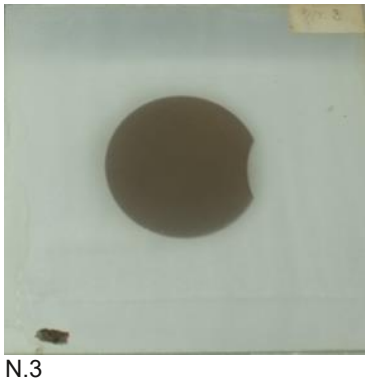
El día 22 de diciembre las dos estaciones se prepararon para observar el eclipse total de Sol, pero en principio el cielo estaba completamente cubierto de nubes. Pocos minutos antes del principio del eclipse pudo verse el Sol y se obtuvo una primera fotografía, luego las nubes cubrieron el Sol y fue posible volver a ver el fenómeno solo cuando había ya ocurrido el primer contacto. Aprovechando los momentos en que las nubes dejaban ver algo, se sacaron en total 32 negativos al colodión en placas de vidrio y después el tiempo empeoró y empezó a llover[75].

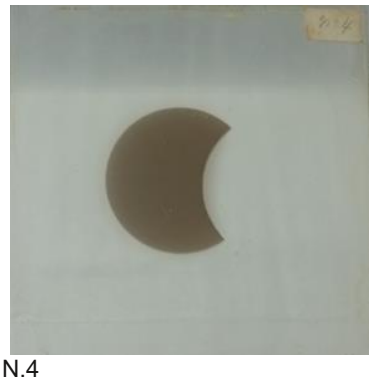
La memoria de Cecilio Pujazón no tiene anexos fotográficos, las 32 fotografías que se sacaron no fueron publicadas en ningún libro o anales de Marina. He tenido que formular hipótesis para poder comprobar si las 32 fotografías sacadas en 1870 formaban parte de los 16 negativos al colodión húmedo 120x120 mm sin fecha ya que en la memoria no se comenta el tamaño de las placas fotográficas. En archivo no se han encontrado otros negativos al colodión que reproduzcan un eclipse total de Sol. Probablemente solo dos señales me podían hacer pensar que quizás los negativos al colodión sin fecha no eran del eclipse del 1870 por el motivo de las condiciones meteorológicas del 22 de diciembre 1870 y por la toma fotográfica de un momento concreto que no ocurrió. Aquel día llovió, entonces pensé que quizás las fotografías sacadas tenían que tener nubes o no tener tanta luz como en los negativos al colodión húmedo sin fecha, que podemos observar en la Figura 58. Otra pista que refuerza la hipótesis de que estos negativos no son del 1870, es que una de las placas documentadas en la Figura 58 n.2 documenta el primer contacto entre Luna y Sol, fenómeno que no pudo verse en el eclipse total de Sol de 1870. Llegada a este punto, tenía todavía muy pocos datos para estar segura de identificar la fecha exacta de los 16 negativos al colodión, todavía faltaba analizar el expediente del eclipse total de Sol de 1878 en Cuba para poder llegar a una conclusión.

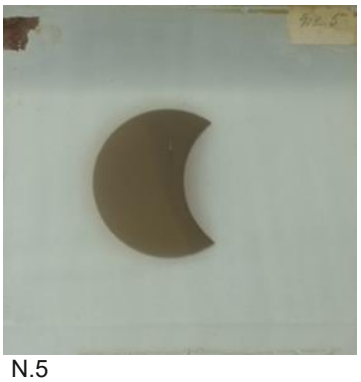
[74] Anales del Observatorio de Marina de San Fernando, (1870), p.3
[75] Anales del Observatorio de Marina de San Fernando, (1870), pp.3-10

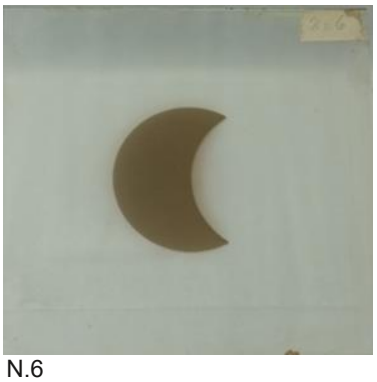

N.1


N.2


N.3


N.4


N.5


N.6

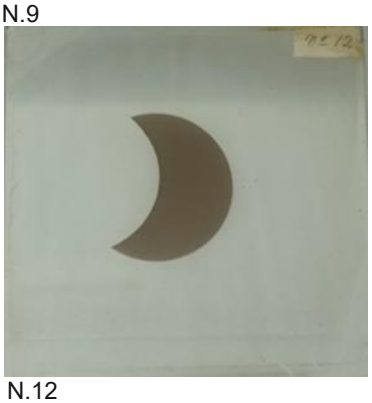
N.7

N.8

N.9

N.10

N.11


N.12

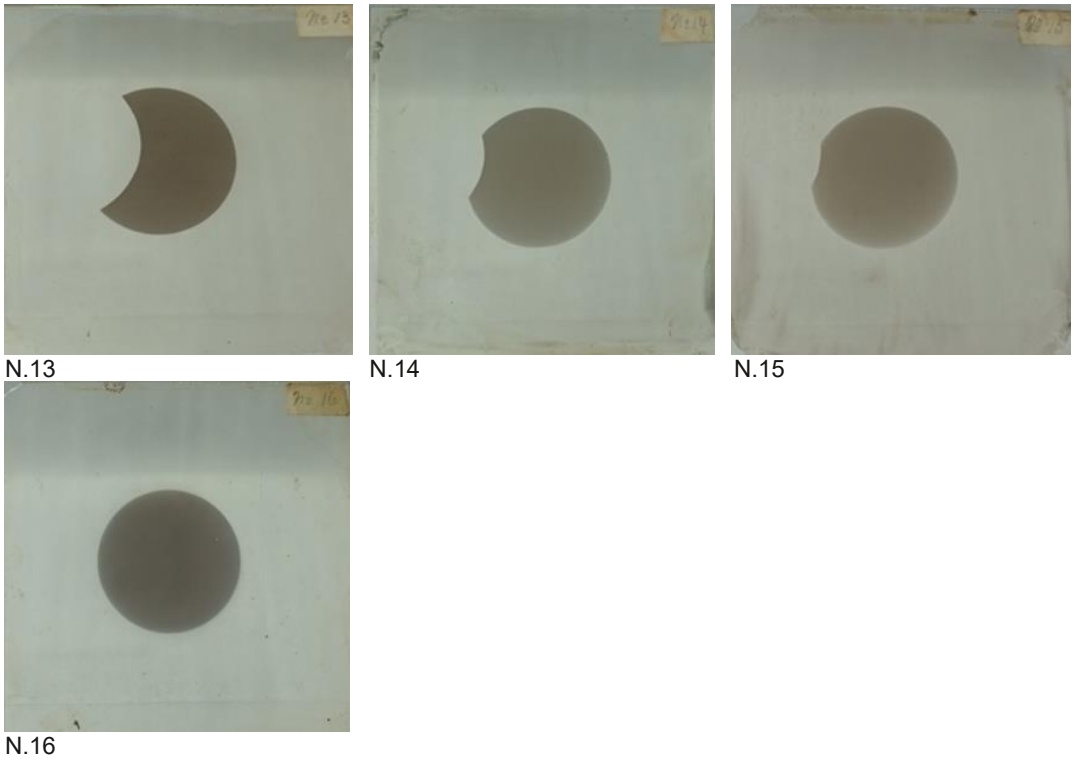


Figura 58: Antiguo Fondo Fotográfico ROA, negativos al colodión húmedo en placa de vidrio

Nota. 16 negativos al colodión húmedo en placa de vidrio 120x120 mm. La numeración original manuscrita de las placas está puesta con una pegatina al margen superior derecho.

6.3.- Investigación en archivo del eclipse total de Sol del 29 de julio 1878

El análisis de documentos relativos al eclipse de Sol del 29 de julio de 1878 visible en Cuba y Estados Unidos, ha permitido descubrir una serie de informaciones importantes para la atribución cronológica de los 16 negativos al colodión húmedo. Los datos encontrados en el archivo ROA en relación al expediente del eclipse de Sol 1878 observado en Cuba por parte de los españoles, avalan un gran valor científico a mi investigación comparados con la última fase del trabajo en archivo: la búsqueda de las copias en papel de gran tamaño. Fotografías desconocidas hasta ahora porque no están catalogadas y digitalizadas. En el año 2018 el archivo puso en marcha un proyecto de catalogación, digitalización y conservación con material en pH neutro para 1024 copias fotográficas, dejando sin embargo suspendido el trabajo de catalogación y digitalización para las copias en papel de gran tamaño.

Las copias de gran tamaño han resultado, hasta los últimos días de mi investigación, totalmente invisibles. Por un lado, no aparecían en la base de datos del archivo por falta de catalogación y digitalización y por otro porque eran visualmente difíciles de encontrar ya que estaban encima de una mesa conservadas en sobres de pH neutro bajo otras copias fotográficas.

¿Cómo he podido encontrar las fotografías de gran tamaño? A través de un artículo conservado en el archivo del investigador Rafael Garófano, publicado en el periódico

Diario de Cádiz el 21 de septiembre de 2014 con título: *Cuando la fotografía coronó el Sol*. El artículo es un recorrido de la historia de la fotografía astronómica que evidencia el interés del Observatorio de San Fernando en relación al medio fotográfico utilizado durante el eclipse total de Sol de 22 de diciembre de 1870. El artículo publica también una fotografía de una copia en papel del eclipse proveniente del archivo y biblioteca ROA[76] . El artículo me hizo entender que existían copias fotográficas que todavía no había analizado. Efectivamente fue así, encontré cincos copias en papel de gran tamaño, tres de ellas reproducían eclipses de Sol que podemos ver en las Figuras 59 y 60. La Figura 59 documenta 32 copias en papel a la albúmina 90x60 mm montadas sobre dos cartones individuales que juntos constituyen una única fotografía. El primer cartón mide 320x470 mm y el otro 305x470 mm, no presentan datos de la fecha, ni anotaciones escritas o sello del fotógrafo. De las 32 fotografías 90x60 mm, dos de ellas se han publicado en el libro de Garófano, R., donde el autor las atribuye al eclipse total de Sol de 22 de diciembre 1870. Su fuente documental y cronológica procedía de una leyenda encontrada en archivo ROA[77]. Actualmente la leyenda que cita Garófano en su libro no se ha encontrado en archivo. La fotografía que podemos ver en la Figura 60, está constituida por 15 copias en papel a la albúmina 60x60 mm montadas sobre cartón de 330x345 mm, presenta anotaciones escritas a mano con tinta negra, no tiene datos de la fecha y sello del fotógrafo, las copias representan la impresión positiva de los negativos al colodión húmedo sin fecha documentados en la Figura 61. Las anotaciones manuscritas con tinta negra en la parte de arriba de cada fotografía indican: hora local, minutos y segundos, Figura 62. Estos números son datos de observaciones del eclipse tomados por los astrónomos, representan la pieza que faltaba a la investigación para poder datar los 16 negativos al colodión húmedo 120x120 mm.

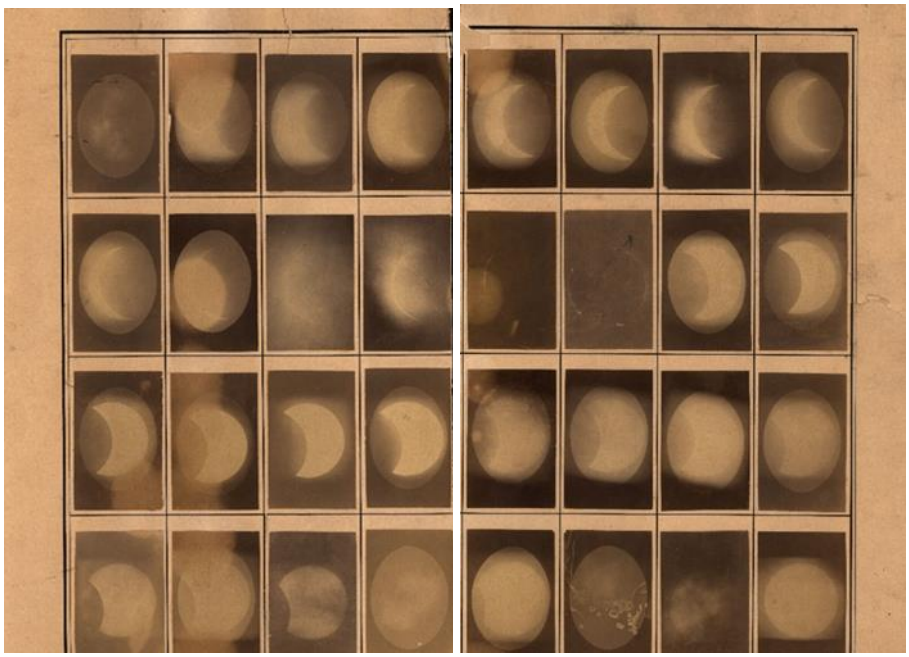


Figura 59: Antiguo Fondo Fotográfico ROA. Eclipse total de Sol 22 de diciembre 1870

Nota. Copias en papel a la albúmina 90x60 mm montadas en dos soportes de cartón. El cartón a la izquierda mide 320x470 mm y el cartón a la derecha mide 305x470 mm.

[76] La fotografía se encuentra también publicada en Garófano, R. (1993), *Cádiz en la Fotografía del Siglo XIX*, Cádiz, Editores Cádiz Unicaja, Obra Socio Cultural, pp.126-133.
[77] Garofano, R..(1993), p.133

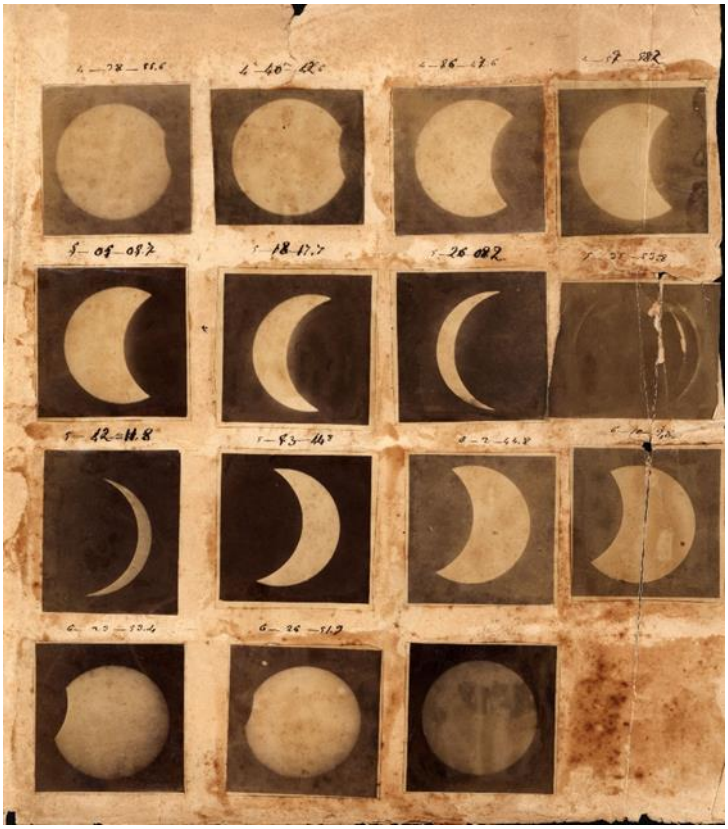
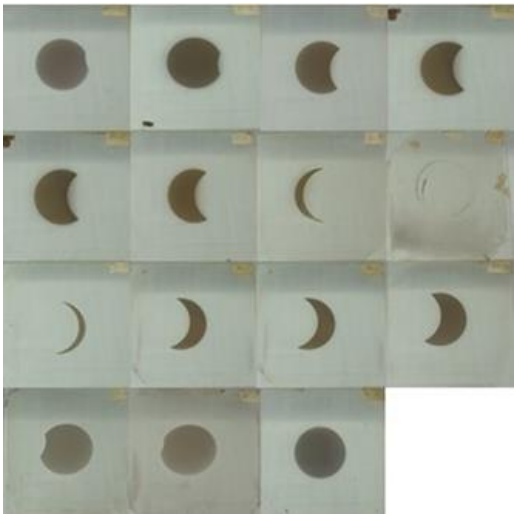


Figura 60: Antiguo Fondo Fotográfico ROA. Eclipse total de Sol

Nota. 15 copias en papel a la albúmina 90x60 montadas en soporte de cartón 330x345 mm



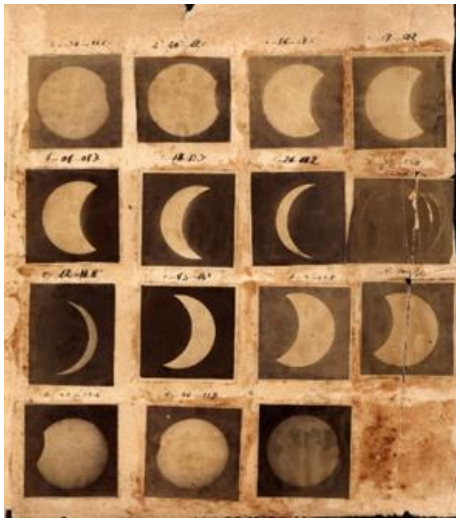


Figura 61: Antiguo Fondo Fotográfico ROA Eclipse total de Sol. Negativos al colodión húmedo sobre vidrio y copias en papel a la albúmina

Nota. Correspondencia de los negativos al colodión húmedo sobre vidrio 120x120 mm con las copias en papel a la albúmina 60x60 mm sobre cartón 330x345 mm

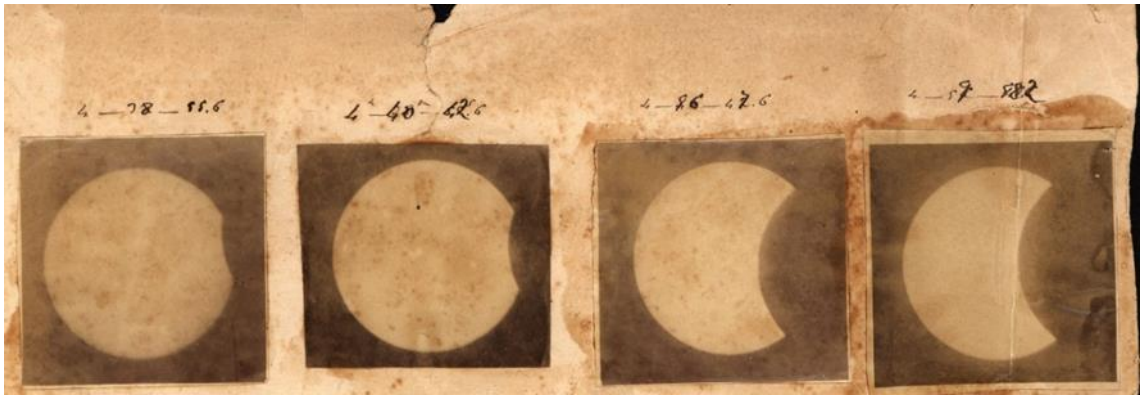


Figura 62: Antiguo Fondo Fotográfico ROA. Eclipse total de Sol. Detalle de la copia en papel a la albúmina

Nota. Detalle de las copias en papel a la albúmina 60x60 mm montadas sobre cartón de 330x345 mm, al verso, en la parte superior de las fotografías, notas manuscritas con tinta negra, indicando las observaciones de las horas, minutos y segundos.

El expediente eclipse de Sol de 29 de julio 1878 observado en Cuba consta de diferentes documentos que han sido analizados para poder comparar y comprobar que las notas escritas a mano a modo de epígrafe en las 15 fotografías en papel a la albúmina y los correspondientes negativos al colodión húmedo pertenecen al eclipse de total de Sol de 1878.

Cecilio Pujazón, director del Observatorio Astronómico de San Fernando, propuso al Ministerio de Marina un proyecto para el envío de una comisión de oficiales de la Armada acompañados por aficionados a la astronomía y fotógrafos presentes en aquella zona. El proyecto de Pujazón fue aprobado por una Real Orden de 21 de mayo de 1878 permitiendo al director observar el eclipse en Cuba y poderse ausentar del Observatorio durante el tiempo de tres meses, visitando después de haber analizado el fenómeno astronómico, el Observatorio de Washington, del Harvard College en Cambridge y la oficina meteorológica de Washington. Pasó también a Inglaterra y Alemania, visitando el Observatorio Marítimo de Hamburgo y los Observatorios astronómicos de Kiel y Berlín y regresó a España pasando por Francia[78].

La comisión de oficiales de la Armada dirigida por Pujazón, a la hora de su salida para Cuba con la compañía Antonio López y López se dividió en dos grupos: Pujazón con el teniente de navío don Manuel Carrillo salieron de Santander el 20 de junio de 1878 con instrumentos fáciles de llevar como equipaje; los tenientes de navío don Rafael Cabeza y don Vicente Canales salieron desde Cádiz el día 30 de junio con los instrumentos de mayor volumen necesarios para la observación del eclipse[79]. Llegados a La Habana, Pujazón contacta con el Padre Viñes, director del Observatorio Meteorológico de Belén para poder elegir la zona de observaciones en base a las condiciones topográficas y meteorológicas más distantes de La Habana, porque en este lugar se había ya instalado una escuadra de oficiales dirigida por el teniente de navío de primera clase José Montes de Oca[80]. José Montes de Oca fue acompañado por el teniente de navío de segunda clase, don Rafael Carlier y también por don Antonio Martínez, don Carlos España, don Sebastián A. Peñasco, el comandante del vapor J.R. Arias, don Ramón Estriada, don

[78] González, González, F. J. (1992), pp. 248 - 249
[79] AROA, Caja 136, Cecilio Pujazón escribe al Departamento de Marina, San Fernando, 03/06/1878
[80] AROA, Caja 137, de Pujazón a Monti, San Fernando, s.f.

Enrique Fríes y los fotógrafos local Oca y López[81], encargado de tomar fotografías durante el principio y final del eclipse, el grupo de observadores se instaló en el Castillo del Morro[82].
Pujazón con sus oficiales y el Padre Viñes se instalaron en el ingenio la Tinaja documentada por la Figura 63, situado en el puerto de Mariel cuyo propietario el Márquez de Sandoval, lo puso inmediatamente a disposición de los astrónomos. Este lugar era extremamente adecuado para la instalación de los instrumentos que llegaban desde el mar, hacer las mediciones y además disponía también de comunicación telegráfica en unión con La Habana[83]. El día 22 de junio desembarcaron y prepararon los instrumentos: un telescopio de espejo plateado montado ecuatorialmente y con movimiento de relojería preparado para obtener fotografías del eclipse, seis anteojos acromáticos de 3 pulgadas de objetivos, dos espectroscopios, uno de ellos de visión directa, dos instrumentos de acimut de altura, un cronógrafo, dos sextantes con pie y horizonte artificial, cuatro cronómetros, un barómetro de montaña, dos psicómetros, dos anemómetros. En Mariel participaron en la observación los tenientes de navío, señores Benito María, Peral, Agacino y Goñi, cuatro guardias Marina de la fragata Concepción y para la toma fotográfica se contaba con el señor Filiberto von Sobotker de la casa Fredericks y Daries de La Habana. El día 29, a las 13 horas apareció un chubasco breve, y después quedó despejado totalmente el cielo[84]. El grupo de Mariel estaba organizado para las observaciones con este tipo de metodología: los contactos internos y externos del Sol y Luna deberían ser hechos por Pujazón, Viñes Cabezas, Carrillo, Benito, Peral, Agacino y Canales utilizando los seis anteojos, el instrumento de acimut y altura y los dos cronómetros utilizados por los guardias marinas que contaban en voz alta, las horas, minutos y segundos, mientras el fotógrafo Sobotker sacaba las fotografías de las fases más importantes del eclipse[85].

[81] AROA, Caja 137, de Pujazón a Monti, San Fernando, s.f: Pujazón afirma que los fotografos Oca y Lopez no teniendo a sus disposiciónes una cámara fotográfica apta para el telescopio, solo pudieron sacar fotografías del eclipse desenfocadas y con una aureola producida por la reflexión de la luz dentro de la cámara. Las fotografías digitalizadas se encuentran en la Biblioteca Virtual de Defensa: https://bibliotecavirtual.defensa.gob.es/BVMDefensa/es/consulta/resultados_ocr.do?id=42467&forma=ficha&tipoResultados=BIB&posicion=7
[82] AROA, Caja 137, Josè Monte de Oca, Puerto de La Habana, 31/07/1878
[83] Flammarion, C., Monti, José Genaro (tr) (1842-1925), *Astronomía popular*, (1879), Madrid, Imprenta y librería de Gaspar editores, p.175
[84] AROA, Caja 137, da Pujazón a Monti, San Fernando, s.f.
[85] Flammarion, C. (1879), p.177

Figura 63: Fondo fotográfico ROA, El ingenio la Tinaja, fotógrafo Filiberto von Sobotker de la casa Fredericks y Daries de La Habana

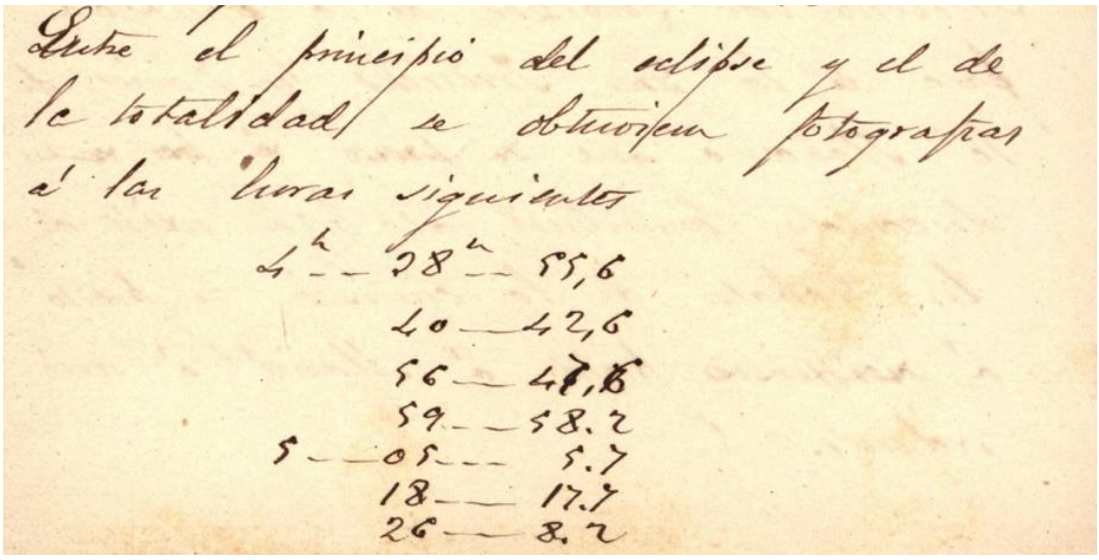
Una vez regresado al Observatorio de San Fernando, Cecilio Pujazón, recibe por correspondencia una petición de parte del divulgador científico José Genaro Monti, de poder recibir los datos relativos a las observaciones del eclipse de Sol de 1878. Monti era colaborador y traductor al castellano de la obra de divulgación de Camille Flammarion, La Astronomie Populaire, 1879-1883, él quería ampliar con notas añadidas, el capítulo de los eclipses. Monti estaba recopilando todos los trabajos practicados por las distintas comisiones científicas extrajeras que habían estudiado el eclipse de 1878 queriendo incluir los estudios de la Comisión Española para dar más prestigio en el extranjero a los científicos españoles[86].

Pujazón, remite a su amigo Monti todos los datos relativos a las observaciones, adjuntando dos copias fotográficas del croquis de la corona del Sol y copias de las fotografías del eclipse[87]. En las Figuras 64 y 65, podemos ver en la correspondencia, todas las informaciones relativas a las fotografías sacadas entre el principio del eclipse y el de totalidad, acompañadas con los datos de las respectivas horas, minutos y segundos en las que se obtuvieron. Confrontando estos datos con las notas manuscritas al verso de las 15 fotografías en papel a la albúmina, podemos comprobar que las

[86] AROA, Caja 137, da Monti a Pujazón, Madrid, 21/05/1879

[87] AROA, Caja 137, da Pujazón a Monti, San Fernando, s.f: Pujazón comunica a Monti que una plancha fotográfica que estuvo expuesta en el telescopio durante la mayor parte del tiempo de la totalidad no produjo más que una pequeña impresión del disco lunar no reproduciendo el aspecto general de la corona. El instrumento se movió y se obtuvieron dos distintas impresiones, la segunda correspondiente al momento de la reaparición de la luz solar.

referencias de los documentos de archivo y las notas de las fotografías se corresponden a las Figuras 47 y 49. Este descubrimiento, evidencia finalmente que las copias en papel a la albúmina y los respectivos 16 negativos al colodión húmedo sobre vidrio pertenecen al mismo fenómeno astronómico, el eclipse de total de Sol del 29 de julio de 1878.


Entre el principio del eclipse y el de la totalidad se obtuvieron fotografías á las horas siguientes

4h — 38m — 55,6
40 — 42,6
56 — 47,6
59 — 58.2
5 — 05 — 5.7
18 — 17.7
26 — 8.2

Figura 64: Eclipse total de Sol del 29 de julio de 1878. Principio del eclipse y el de su totalidad, observaciones sobre las horas, minutos y segundos

Nota. AROA, Caja 137, de Pujazón a Monti, San Fernando, s.f

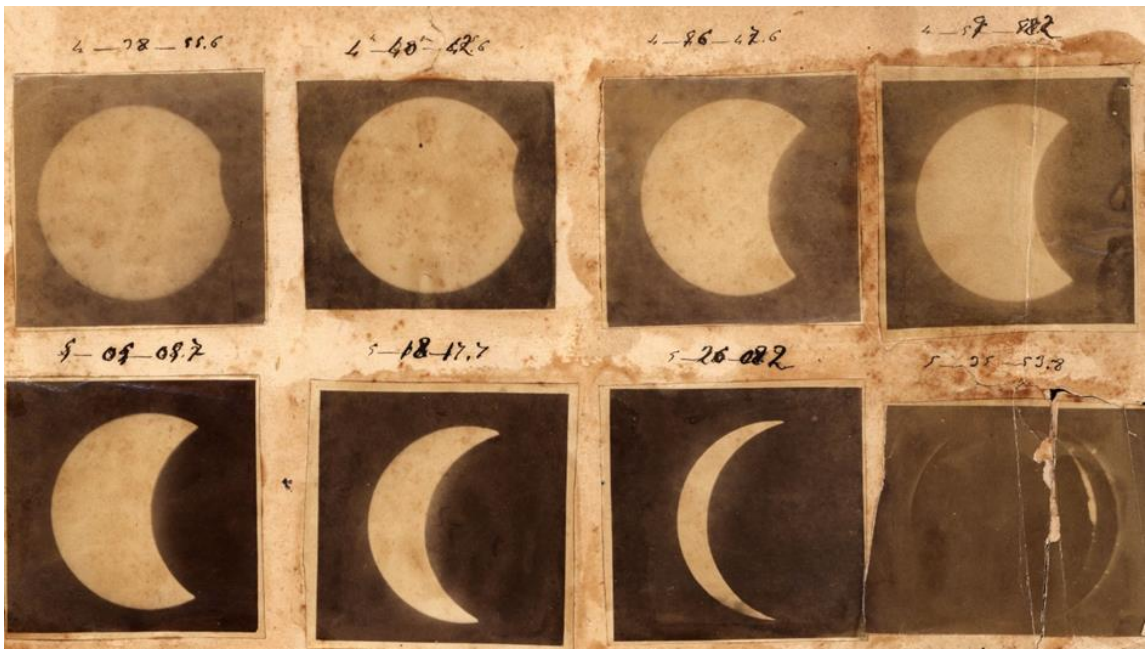
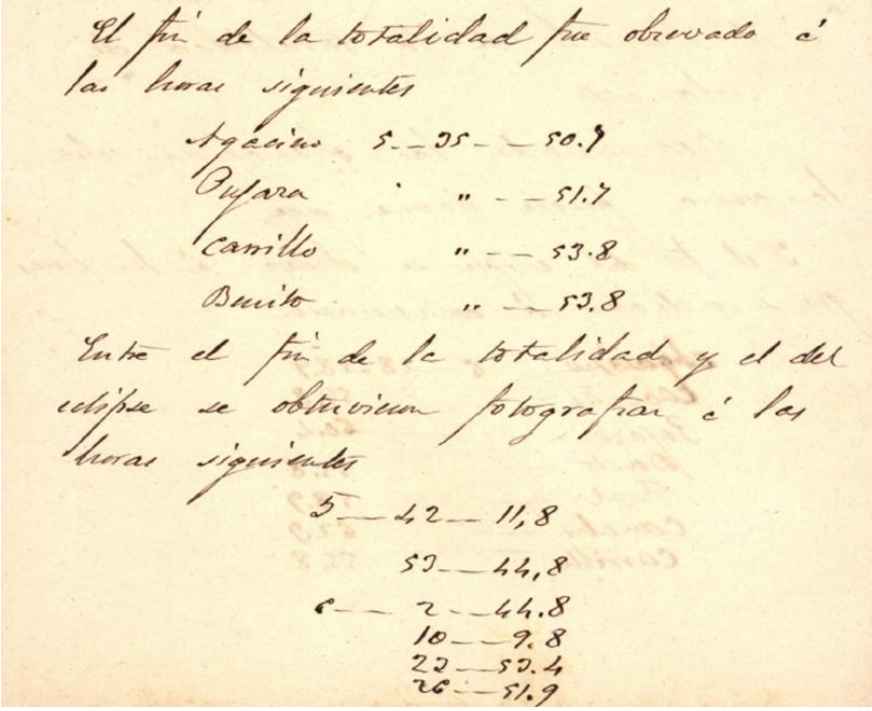


Figura 65: Antiguo Fondo Fotográfico ROA. Eclipse de total de Sol del 29 de julio de 1878. Principio del eclipse y el de su totalidad, observaciones sobre las horas, minutos y segundos

Nota. Detalle de las copias en papel a la albúmina 60x60 mm montadas sobre cartón de 330x345 mm.



El fin de la totalidad fue observado á las horas siguientes

Agacino 5 — 35 — 50.9
Pujara " — 51.7
Carillo " — 53.8
Benito " — 53.8

Entre el fin de la totalidad y el del eclipse se obtuvieron fotografías á las horas siguientes

5 — 42 — 11,8
53 — 44,8
6 — 2 — 44.8
10 — 9.8
22 — 53.4
26 — 51.9

Figura 66: Antiguo Fondo Fotográfico ROA. Eclipse de total de Sol del 29 de julio de 1878. Totalidad y fin del eclipse, observaciones sobre las horas, minutos y segundos

Nota. AROA, Caja 137, de Pujazón a Monti, San Fernando, s.f.

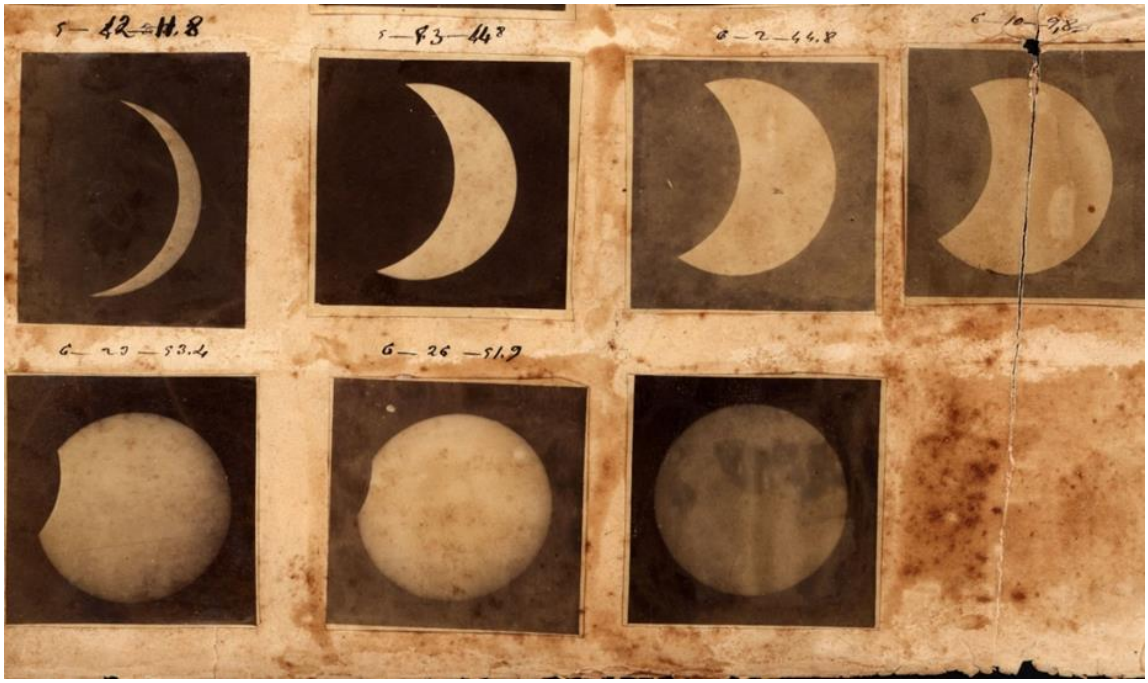


Figura 67: Antiguo Fondo Fotográfico ROA. Eclipse de total de Sol del 29 de julio de 1878. Totalidad y fin del eclipse, observaciones sobre las horas, minutos y segundos.

Nota. Detalle de las copias en papel a la albúmina 60x60 mm montadas sobre cartón de 330x345 mm.

Filiberto von Sobotker de la casa Fredericks y Daries de La Habana, tuvo la función de documentar con la fotografía al eclipse total de Sol de 1878. Seguramente en Mariel se instaló un laboratorio fotográfico para preparar y revelar las placas al colodión húmedo parecido al que se organizó en el Observatorio de San Fernando durante el eclipse total de Sol de 1870. En Cuba, Cecilio Pujazón pudo utilizar el nuevo telescopio Brunner que llegó al Observatorio en 1872, un telescopio que fue encargado en Francia para tomar fotografías con ocasión del eclipse total de Sol de 1870 y que no pudo llegar a tiempo por la guerra entre Francia y Prusia.

6.3.1.- Descripción técnica de la toma fotográfica para documentar el eclipse de Sol de 29 de julio 1878

¿Cómo fue posible sacar las fotografías al eclipse de Sol de 29 de julio 1878?
El fotógrafo normalmente disponía de un laboratorio fijo o itinerante para sensibilizar las placas de vidrio, para exponerlas en la cámara, revelarlas y fijarlas. En el texto que sigue se describe la técnica al colodión húmedo y su utilización en la fotografía astronómica.
La técnica del colodión húmedo sobre placa de vidrio fue propuesta por Gustave Le Gray en 1850 y perfeccionada por el escultor y fotógrafo inglés Frederick Scott Archer en 1851.

La imagen del colodión húmedo era muy bien definida y de calidad, permitía una mayor sencillez en la fotografía del retrato en estudio y también fue muy utilizada para expediciones fotográficas y fotografías astronómicas.

La sustancia del colodión deriva de una reacción química entre celulosa (algodón puro) y ácido nítrico, llamada de manera general nitrato de celulosa. Con este tipo de composición química, se pueden obtener diferentes compuestos químicos llegando a producir, por ejemplo, explosiones. El compuesto de nitrato de celulosa utilizado para la preparación del colodión se llama *fulmicotón* o *algodón pólvora*. Sustancialmente es una mezcla de una cierta cantidad de algodón pólvora disuelta en alcohol y éter. El resultado era una sustancia pegajosa que una vez aplicada a cualquier superficie, formaba una película sutil y transparente. La técnica consistía en aplicar a una placa de vidrio una capa de colodión mezclado con ioduro de potasio. En la oscuridad, la placa era sumergida en una solución de nitrato de plata, este procedimiento forma el yoduro de plata. Después, la placa podía ser expuesta en la cámara fotográfica, revelada con sulfito de hierro y fijada con cianuro de potasio. El inconveniente de esta técnica era la necesidad de utilizar la placa todavía húmeda a la hora de ser expuesta y después había que ser rápidos en revelarla porque se podía perder la imagen tomada. El colodión una vez seco es impermeable a todas las soluciones de tratamiento. La técnica del colodión húmedo era totalmente manual, el fotógrafo tenía que completar todas las operaciones necesarias antes de exponer la placa[88].

[88] Davanne, A. (1886), *La Photographie, Traité Théorique et Pratique*, Tom. I, Paris, Gautthier-Villars Imprimeur – Libraire, pp.224, 225

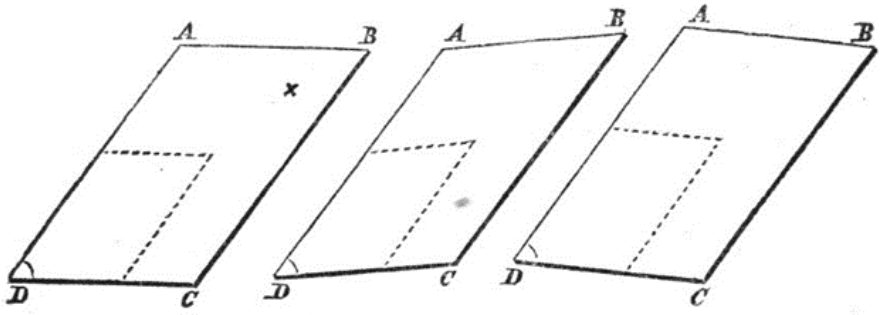


Figura 68 *Figura 69* *Figura 70*

Nota. Adaptado de Traité Général de Photographie (p.227), D. V. Monckhoven, 1873, París, Masson Libraire Èditeur

El colodión va aplicado en el lado anverso de la placa de vidrio perfectamente limpia, su extensión no es muy fácil ya que la sustancia es pegajosa y el éter contenido dentro de ella es sensible al calor de los dedos y puede evaporar. Las Figuras 68, 69, 70 nos muestran como es aplicado el colodión: el lado anverso de la placa se mantiene con la mano izquierda, precisamente el pulgar va puesto en el ángulo D y el dedo índice en el ángulo C como demuestra la Figura 68 y para evitar que el efecto del calor de los dedos haga evaporar el éter, se pone al reverso de la placa de vidrio un papel absorbente visible en las Figuras 68, 69, 70, como partes lineales. La placa se mantiene horizontalmente y se procede en verter una cantidad de colodión en la zona indicada (zona X en la Figura 68). La placa se inclina y el colodión cubre todas las zonas y sus ángulos.

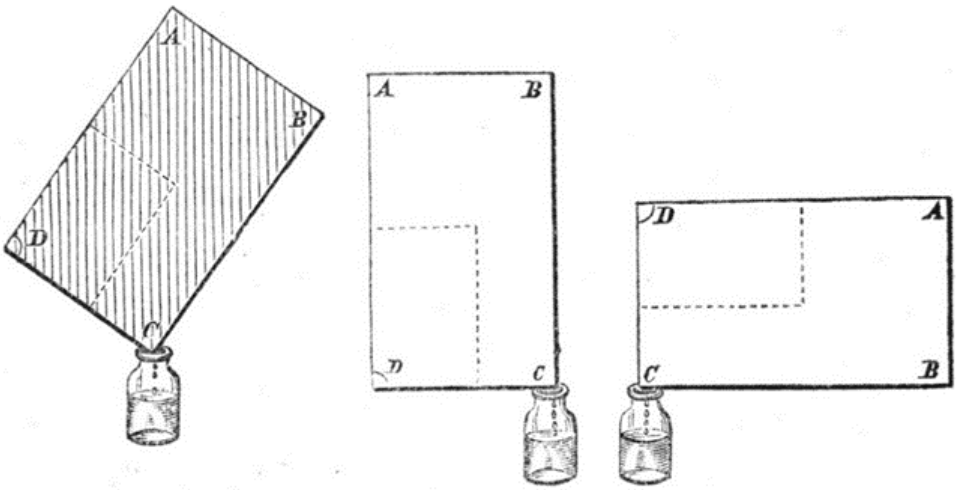


Figura 71 *Figura 72* *Figura 73*

Nota. Adaptado de Traité Général de Photographie (p.227), D. V. Monckhoven, 1873, París, Masson Libraire Èditeur

Después, la placa se pone en vertical y el colodión en exceso se guarda en una probeta Figura 71. La secuencia del movimiento de la placa, visible en las Figuras 72 y 73, sirve para no crear estrías verticales. El colodión tiene que ser de un grosor ideal para que luego el negativo no resulte de color gris. Realizar una capa uniforme de colodión sobre placa de vidrio era más fácil para el formato pequeño, mientras que, para las placas de vidrios de grande formato, la aplicación era considerada un verdadero arte. La rapidez de aplicación del colodión era el secreto para llegar a un resultado satisfactorio. Una vez

aplicada la emulsión, se procedía a la sensibilización del colodión, esto consistía en sumergir la placa en nitrato de plata. Se formaba así yoduro de plata, llegando a tener un aspecto opalescente. El baño en nitrato de plata podía ser realizado en un recipiente vertical de cristal amarillo (modelo utilizado en Inglaterra y América) que servía para proteger la placa al colodión sensibilizada bajo la acción de la luz, como podemos ver en la Figura 74. Otro recipiente en horizontal (modelo utilizado en Francia y Alemania) era para grandes formatos, caracterizado da ganchos en hueso de ballena o de plata que mantenían la placa para la inmersión, ilustrado en la Figura 75. Después de la sensibilización la placa era expuesta húmeda en la cámara fotográfica y no se tenía que tardar más de 5 minutos porque la imagen podía salir desenfocada, con un color gris y borrosa, además el nitrato de plata se concentra por evaporación y puede producir manchas a la hora de revelar. En verano para conseguir el éxito del procedimiento, se ponía una esponja mojada en la cámara obscura para crear un microclima húmedo.[89]

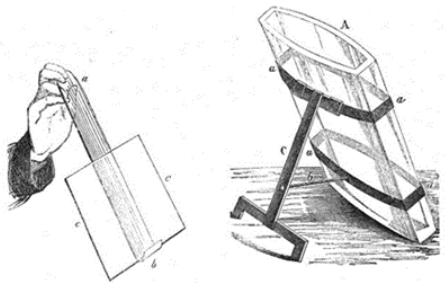


Figura 74

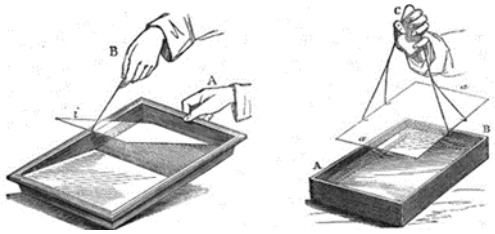


Figura 75

Nota. Adaptado de Traité Général de Photographie (pp.176, 229), D. V. Monckhoven, 1873, París, Masson Libraire Èditeur

La placa de vidrio al colodión húmedo era revelada por una solución de sulfito de hierro en cuarto obscuro sujetando la placa entre el dedo índice y el pulgar, inclinando la placa de tal manera que se cubriera toda la superficie, como en la Figura 76. Durante el revelado, la imagen aparece lentamente en negativo. La placa se inclinaba para que toda la solución de sulfito de hierro cubriera la placa, la solución en exceso era recogida en una probeta ilustrada en la Figura 77 y después la placa se lavaba con agua, como podemos ver en la Figura 78 y sumergida en una solución de cianuro de potasio para ser fijada[90].

[89] Monckhoven, D.V. (1873), *Traité Général de Photographie*, París, Masson Libraire Èditeur, pp. 227 - 231
[90] Monckhoven, D.V. (1873), pp.231-234

Figura 76 *Figura 77* *Figura 78*

Nota. Adaptado de Traité Général de Photographie (pp.180, 233), D. V. Monckhoven, 1873, París, Masson Libraire Èditeur

Durante el procedimiento del fijado, el cianuro de potasio elimina todo el yoduro de plata. La placa era luego lavada en agua destilada y secada al aire en posición vertical en un soporte para placas. El último procedimiento consistía en proteger la imagen poniendo una capa de barniz de goma laca y alcohol o también sandáraca[91]

El Museo del Real Instituto y Observatorio de la Armada, conserva todos los instrumentos originales que se llevaron a la expedición de Cuba en 1878 para observar el eclipse, incluso los telescopios y la cámara fotográfica. Con el permiso del director del Observatorio, el Capitán de Navío Francisco Javier Galindo Mendoza, bajo la dirección técnica del archivero Francisco José González, González y de la colaboración del fotógrafo Daniel Casares Román hemos podido llegar a documentar unas de las fases más importantes de la observación astronómica del eclipse: la toma de la fotografía astronómica. El instrumento que se utilizó fue un telescopio de espejo plateado montado ecuatorialmente con movimiento de relojería de los hermanos Brunner[92] que podemos ver en la Figura 79 y una cámara fotográfica de fuelle Brunner, flexible, con un plegado tipo acordeón. Como podemos ver en la Figura 80, al telescopio se enroscaba la cámara fotográfica al anteojo ya preparada con su chasis y negativo visible en la Figura 81. El fuelle de la cámara es el espacio entre el marco frontal constituido por una placa de madera que sostiene el objetivo y obturador y el marco trasero constituido por una placa que sostiene el visor en vidrio y el chasis para los negativos en vidrio que podemos observar en las Figuras 82 y 83. Una vez enfocado el objeto, se cerraba el obturador, se calculaba el tiempo de exposición y el diafragma necesarios para hacer la foto. El visor en vidrio se quitaba y se montaba el chasis con el negativo de placa de vidrio sensibilizado. Una vez introducido el chasis se levantaba la placa protectora visible en la Figura 84 y se disparaba con el obturador de la cámara. Ahora la placa había quedado impresionada por la luz de Sol.

---

[91] Monckhoven, D.V. (1873), pp.172-235

[92] En astronomía se conoce como telescopio al anteojo reflector. En este aparato los rayos de luz son recogidos por un espejo y reflejados a través del tubo en dirección de un espejo secundario, desde donde la imagen del astro es reflejada de nuevo, esta vez hacia el ocular. Con este sistema óptico se consiguió eliminar el defecto de aberración cromática que afectaba a los primeros anteojos refractores, que usaban lentes en lugar de espejos. Este telescopio, dotado de montura ecuatorial con movimiento mediante aparato de relojería y cámara fotográfica, llegó al Observatorio de San Fernando a principios de 1872. González, González, F. J. (1995), *Instrumentos científicos del Observatorio de San Fernando (Siglo XVIII, XIX, XX),* Madrid, Ministerio de Defensa, Secretaría General Técnica, p.30

Figura 79: telescopio ecuatorial fotográfico Brunner 1872

Figura 80: cámara fotográfica aplicada al telescopio Brunner.

Nota. Colocación actual del telescopio dentro de la sala del museo del Real Instituto y Observatorio de la Armada. Fotografías: Daniel Caseres Román

Figura 81: negativos al colodión húmedo 120x120 mm dentro el chasis de madera.

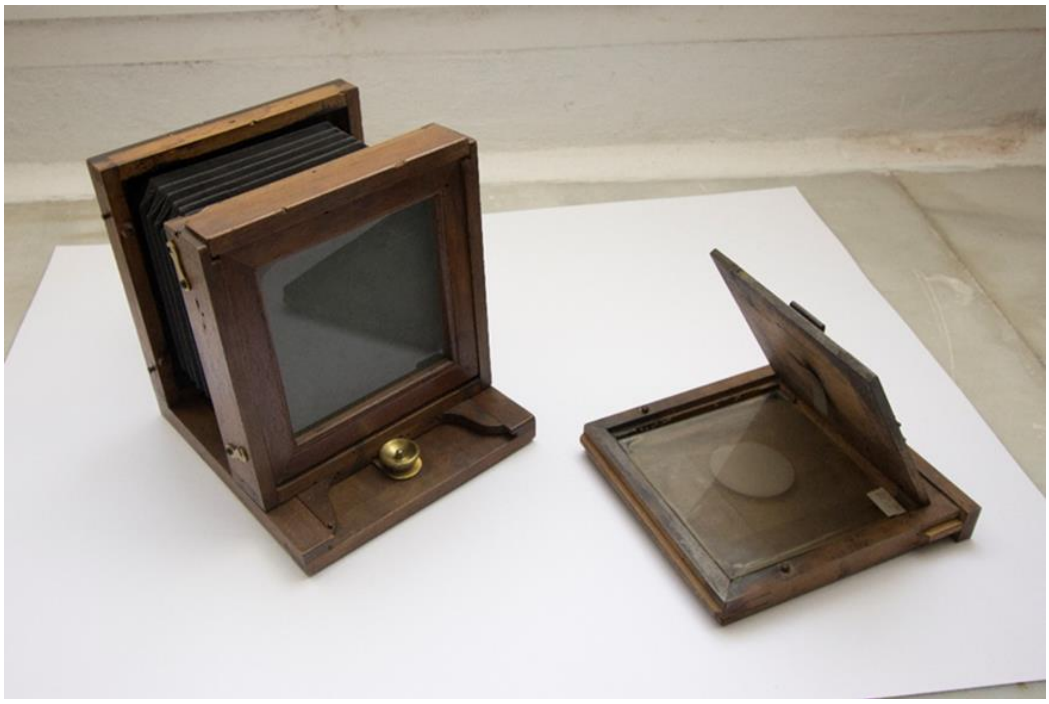


Figura 82: cámara fotográfica con visor y chasis apto para el formato de placas 120x120 mm

Figura 83: Sustitución del visor con el chasis y elevación de la placa protectora de madera.

Nota. Colocación actual de la cámara fotográfica con visor y chasis apto para el formato de placas 120x120 mm dentro de la sala del museo del Real Instituto y Observatorio de la Armada. Fotografías: Daniel Caseres Román

7.- Conclusiones

Desde el punto de vista de la conservación y preservación de los fondos fotográficos del ROA podemos decir que hay que intervenir para salvaguardar un total de 8.601 negativos en placa de vidrio y más de 1.000 copias en papel. El procedimiento fotográfico principalmente empleado que podemos encontrar en el Antiguo Fondo Fotográfico del Real Instituto y Observatorio de la Armada, son placa de vidrio al colodión húmedo y placa de vidrio a la gelatina bromuro de plata.

Los negativos en placa de vidrio están divididos por distintos temas y tamaños en unas condiciones generales de conservación que se pueden resumir así:

- Los problemas de deterioro se deben a un microclima no controlado que ha causado en algunos negativos la oxidación de la imagen plateada provocando la alteración típica denominada *espejo de plata* y también ha provocado el levantamiento de la gelatina de su soporte.
- Ha habido alguna rotura mecánica en las placas de vidrio debida probablemente a una manipulación incorrecta de los soportes, tras lo cual se ha intervenido aplicando a la placa una cinta adhesiva no idónea para la conservación de la fotografía.
- Las condiciones climáticas del archivo tomadas en el año 2020 oscilan entre 18 - 25˚C y 65% H.R. Estos parámetros no son idóneos para una adecuada conservación de los negativos en placas de vidrio del fondo fotográfico. Los valores idóneos para la conservación de las placas tendrían que corresponder a un máximo de 18 ˚C y 30-40% H.R.

- No hay control de temperatura y humedad relativa, porque actualmente no existe una instalación de un deshumidificador y un sistema de aire acondicionado. La zona apta para instalar el depósito para la conservación de la fotografía está ubicada en la segunda planta de la Sala de Meridiano. El depósito necesita una rehabilitación del espacio para que se transforme en un lugar idóneo para la conservación. En el depósito se necesitará instalar los armarios y cajoneras en acero inoxidable.
- Los negativos en placa de vidrio se encuentran en diferentes cajas de madera y cajas de cartón que no son idóneas para la conservación. Dichas cajas de cartón resultan muy peligrosas para el almacenaje de las placas de vidrio porque han sido elaboradas con madera y pulpa de madera que contiene lignina. Estas cajas deberían ser sustituidas por cajas y sobres que cumplan con las normas de conservación.

Destacamos algunos puntos positivos en relación a las condiciones de la conservación de la fotografía del Real Instituto y Observatorio de la Armada:

- Una parte de las copias en papel que fue objeto en 2018 de un trabajo de catalogación y digitalización, ha sido conservado en sobres de papel con pH neutro y guardadas en posición horizontal dentro de la parte inferior de un armario de madera situado en la biblioteca ROA. La digitalización de éstas se puede consultar en la página web de la Biblioteca Virtual de Defensa. Para que la conservación fuera perfecta, las copias necesitarían ser conservadas dentro de cajas idóneas en pH neutro y guardas en los armarios del depósito respetando unos parámetros ambientales de 25°C y 20%-50% H.R.
- Las copias de fotografías y los negativos en vidrio pueden ser conservados con las mismas condiciones climáticas, manteniendo una temperatura estable entre 18-25 °C y 20% - 40% U.R. Esto no podríamos plantearlo si se hubieran encontrado copias y negativos en color que necesitan un control ambiental de 2°C y 30%-40% U.R.
- Durante el análisis del estado de conservación del fondo fotográfico, que ha durado diferentes meses, he constatado que no existen negativos en nitrato de celulosa, material muy peligroso porque su composición química es inestable y altamente inflamable en condiciones climáticas no controladas.

La elaboración de un proyecto de conservación preventiva para los fondos fotográficos del Real Instituto y Observatorio de la Armada, se ha basado principalmente en diferentes visitas al archivo siguiendo un protocolo de conservación de fotografía que podemos observar en la Figura 84. El protocolo es fundamental para la recogida de datos necesarios para determinar las prioridades de intervención y el alcance de los objetivos.

IDENTIFICACIÓN DE LAS ANTIGUAS TÉCNICAS FOTOGRÁFICAS	*Fotografías únicas: daguerrotipos, ferrotipos, ambrotipos, autocrome, polaroid, etc.* *Negativos b/n y color* *Positivos b/n y color* *Diapositivas b/n y color* *Soportes: vidrio, papel, papel plastificado, materias plásticas (nitrato/acetato de celulosa, poliéster, etc) tejidos, cuero, cerámica, marfil, madera, etc.* *Aglutinantes: albúmina, gelatina, colodión, etc.* *Elementos fotosensibles: haluro de plata, sales de hierro, etc.* *Virados* *Colorantes y pigmentos* *Adhesivos, pegamentos y barnices*
CANTIDAD	*Cantidad por tipología* *Cantidad por tamaños*
SOPORTES	*Cartones de segundo soporte, marcos, estuches, álbumes, etc.*

CONSERVACIÓN	*1) Individualización del tipo de degradación:* *✓ Químico* *✓ Físico* *✓ Biológico* *2) Individuación de las posibles causas:* *✓ Externas: factores ambientales y manipulación incorrecta de las fotografías* *✓ Internas: instabilidad de los materiales, tratamientos imperfectos durante la realización de los procedimientos fotográficos, defecto de producción de fabricación* *3) Identificación de las prioridades de restauración* *4) Realización de un presupuesto económico*
INSPECCIÓN DEL EDIFICIO	*Orientación* *Localización: urbana, campestre, industrial, etc.* *Estado de conservación del edificio: muros, techos, ventanas, etc.*
CARACTERÍSTICAS DEL EDIFICIO	*Sala de consulta, depósito cerrado, vías accesibles, con o sin ventanas, sistemas de calefacción*
UBICACIÓN DEL EDIFICIO	*Sótano, planta intermedia, ático*

EQUIPAMIENTO DEL DEPÓSITO	*Disponibilidad del espacio del depósito para almacenar las fotografías con la introducción de armarios y cajoneras en acero inoxidable*
CONTROL AMBIENTAL	*Temperatura, humedad relativa, iluminación, insectos y roedores*
NORMAS PARA LA MANIPULACIÓN Y TRASPORTE DE LOS MATERIALES	*Utilización de carros para el transporte de los materiales y formación del personal*
PLAN DE MANTENIMIENTO	*Eliminación periódica del polvo*
SEGURIDAD	*Plan de emergencia para la salvaguardia de las obras en caso de incendio o inundación*
NORMAS PARA LAS EXPOSICIONES	*Control de la iluminación, control del transporte, uso de expositores a norma de conservación*

Figura 84: Protocolo de conservación de fotografía

Nota: Adaptado y traducido de Aspetti generali di conservazione preventiva en Fotografie orientamenti per la conservazione (pp.19, 20), D. Matè, L. Rossi, (2016), Edición digital: www.nardinieditore.it

La fotografía astronómica puede resultar complicada a la hora de hacer un análisis por el hecho de pertenecer a una ciencia muy sofisticada y al mismo tiempo muy fascinante. Unos de los puntos de análisis más interesantes es que el estudio de la fotografía astronómica significa trabajar con la luz del pasado. Este tipo de concepto en general, puede ser atribuido a todas las tipologías de la fotografía antigua, pero en el caso de la fotografía astronómica, se diferencia por una característica: el factor relativo a la luz que viaja a una velocidad finita y que se representa en su totalidad en este tipo de fotografía. Analizando las temáticas del fondo fotográfico ROA, tenemos una serie de fotografías que documentan fenómenos astronómicos como los eclipses de Sol, la nebulosa de Orión, el mapa de nuestra constelación, etc. Por esta característica tan específica en los temas representados, se destaca por completo respecto a las temáticas de otros tipos de fondos fotográficos, como por ejemplo los retratos o los paisajes. La característica intrínseca más importante es que las fotografías astronómicas están directamente relacionadas con el momento de su toma. Las fotografías de ese Sol que está documentado en el fondo fotográfico ROA fueron tomadas con una luz que ha tardado ocho minutos en llegar a la Tierra, registrada por el objetivo de la cámara fotográfica. Por este motivo quizás, podemos definir que la fotografía astronómica está hecha con la luz del pasado primordial de nuestro universo, impresionada para siempre a través del soporte fotosensible. Por esta temática tan especial, la fotografía astronómica del ROA posee una mayor carga histórica de un pasado muy lejano respecto a otro tipo de fotografía antigua.

8.- Fuentes

AROA, Caja 137, Expediente eclipse de Sol 1870
AROA, Caja 136, Cecilio Pujazón escribe al Departamento de Marina, San Fernando, 03/06/1878
AROA, Caja 137, de Pujazón a Monti, San Fernando, s.f.
AROA, Caja 137, Josè Monte de Oca, Puerto de La Habana, 31/07/1878
AROA, Caja 137, da Monti a Pujazón, Madrid, 21/05/1879

9.- Bibliografía

Adamo, M., Matè, D, Rossi, L. (2016). *Fotografie, orientamenti sulla Conservazione*, Nardini Editore.

Adamo, M., Matè, D.,Trematerra, P. (2015). *Sulle fotografie danneggiate*. *Gestione degli organismi infestanti*, ENEA.

Anales del Observatorio de Marina de San Fernando. (1870). *Eclipse de Sol de 22 de diciembre de 1870.* Observatorio de Marina de San Fernando.

Bensi, P. (1985). Appunti sulla conservazione delle fotografie di interesse storico artistico, en *Quaderni del Museo Accademia Ligustica di Belle Arti-Palazzo dell'Accademia*, Museo dell'Accademia ligustica di Belle Arti.

Berselli, S., Gasparini, L. (2000). *L'archivio fotografico, Manuale per la conservazione e la gestione della fotografia antica e moderna*, Zanichelli Editore.

Bertrand, L. (1990). *La Conservation des Photographies*, Presses du CNRS.

Brandi, C. (1963). *Teoria del Restauro*, Edizioni di storia e letteratura.

Calisi, M. (1996). *Le origini della fotografia astronomica,* XVI Congresso Nazionale di Storia della Fisica e dell'Astronomia: 22 a 25 maggio, Como, Universitá degli Studi di Milano, Istituto di Fisica Generale Applicata.

Cartier-Bresson, A. (2008). *Le Vocabulaire technique de la photographie*, Marval.

Cecchin, D. (2012).Gli álbum fotografici en *Il Restauro della Fotografia, materiali fotografici e cinematografici*, analogici e digitali, Edición digital: www.nardinieditore.it.

Crawford, W. (1981). *L'etá del Collodio*, Roma, Ciapanna.

Díez Carrera, C. (1998). *Los Materiales especiales en las bibliotecas*, Ediciones Trea.

Díaz, Díaz, I. J. (2014). *La primera fotografía de las protuberancias solares fue hecha en España. El eclipse de Sol 1860 y la Real Academia de Ciencia*, Rev. R. Acad. Cienc. Exact. Fís. Nat. (Esp), Vol. 107, Nº. 1-2.

Eder, J.M. (1888). *La Photographie Instantanée son application aux arts et aux sciences,* Gauthier-Villars et Fils Imprimeur – Libraire Editeurs de la Bibliothèque Photografique.

Estrada, M, Laudisia, A, Zacchi, M. (2012). I negativi in bianco e nero con supporto in nitrato e acetato di cellulosa en *Il Restauro della Fotografia, materiali fotografici e cinematografici, analogici e digitali*, Edición digital: www.nardinieditore.it.

Flammarion, C., Monti, José Genaro (tr) (1842-1925), *Astronomía popular*, (1879), Imprenta y librería de Gaspar editores.

Fuentes De Cía, A., Robledano Arillo, A. (1999). *La identificación y preservación de los materiales fotográficos.* Editorial Síntesis.

Fuentes De Cía, A. (1999). Notas sobre fotografía estereoscópica, *Los Hermanos Faci. Fotografía,* Diputación Provincial de Zaragoza.

Fuentes De Cía, A. (2012). *La conservación de archivos fotográficos*. Edición digital: www.sedic.es.

Garófano, R. (1993). *Cádiz en la Fotografía del Siglo XIX*, Unicaja, Obra Socio Cultural.
González, González, F. J. (1992). *El Observatorio de San Fernando 1831 -1924*, Ministerio de Defensa Secretaría General Técnica.
González, González, F. J. (1995). *Instrumentos científicos del Observatorio de San Fernando (Siglo XVIII, XIX, XX)*, Madrid, Ministerio de Defensa, Secretaría General Técnica.
La Ilustración española y americana, (1879). Año 23, no.10, Imprenta de Fortanet.
ISO 18918: 2000(E), International Standard. Imaging Materials/Processed Photographic Plates/ Storage Practices.
Lamy, J. (2008). *La Carte du Ciel,* Edp Sciences.
Laudisia, A., Zacchi, M. (2012). I negativi su carta e su vetro, en *Il Restauro della Fotografia, materiali fotografici e cinematografici, analogici e digitali*, Edición digital: www.nardinieditore.it.
Moughez, E. (1887). *La Photographie Astronomique a l'Observatoire de Paris*, Gauthier-Villars Imprimeur – Libraire Du Buereau des Longitudes et de l'Observatoire de París.
Masetti, L., Vlahov., (1987). *La fotografía. 1: tecniche di conservazione e problemi di restauro.* Edizioni Analisi.
Matè, D., Residori, L. (2002). Il deterioramento e la conservazione delle fotografie, en *Memoria e futuro dei documenti in carta. Preservare per conservare*, Il Prato edizioni.
Matè, D., Sclocchi M. C. (2013), *Fotografie, finitura e montaggio*, Nardini Editore.
Matè, D., Rossi, L. (2016), Aspetti generali di conservazione preventiva, en *Fotografie orientamenti per la conservazione*, Edición digital: www.nardinieditore.it.
Mineur, H. (1934). *Photographie Stellaire*, Hermann & Cie Èditeurs.
Monckhoven, D.V. (1873). Traité Général de Photographie, Masson Libraire Èditeur.
Newhall, B. (2003). Storia della fotografia, Mondadori.
Paula Márquez de, F. (1861). Memoria sobre el eclipse de Sol de 18 de julio de 1860, Imprenta de Fortanet.
Pavao, L. (2001). Conservación de Colecciones de Fotografía. Cuadernos técnicos, Instituto Andaluz del Patrimonio, Centro Andaluz de la Fotografía.
Penichon., S. (2013). *Twentieth-Century Color Photographs: Identification and Care,* J. Paul Getty Museum Pubns.
Reilly, J. (1986). *Care and Identification of 19th-Century Photografic Print*, Eastman Kodak Company.
Scaramella, L. (2003). *Fotografia, storia e riconoscimento dei procedimenti fotografici*, De Luca Editori D'Arte.
Subdirección General del Instituto del Patrimonio Cultural de España, *Plan Nacional de Conservación del Patrimonio Fotográfico.* (2015). Secretaría General Técnica. Centro de Publicaciones. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.
Vaucouleurs, De, G. (1958). *La photographie astronomique du daguerréotype au télescope électronique,* Albin Michel.
Vasari, G. (1568). Vita d'Antonello da Messina pittore, en *Le vite de' più eccellenti pittori, scultori e architettori,* Giunta.
Waters, H. H. (1921). Astronomical Photography for Amateurs, Gall & Ingalls.
Zannier, I. (2009). *Storia e tecnica della fotografica*, Hoepli.

10.- Enlaces de interés

- https://www.imagepermanenceinstitute.org/ (Image Permanence Institute (Rochester Institute of Technology) Centro pionero a nivel mundial sobre la conservación y preservación de los fondos fotográficos.

- http://cool.conservation-us.org/ (American Institute for Conservation - AIC).

- http://www.eastman.org/ (George Eastman House).

- http://www.daguerre.org/ (Daguerreian Society).

- http://www.cci-icc.gc.ca/ (Canadian Conservation Institute).

- http://www.getty.edu/conservation/ (The Getty Conservation Institute).

- http://www.craf-fvg.it/ (Centro Ricerca e Archiviazione della Fotografia, Spilimbergo).

- www.cnp-photographie.com (Centre National de la Photographie, París) (Organismo público para conservación, análisis y difusión de la fotografía).

- http://www.iefc.es/index_cast.php (Institut d'Estudis Fotográfics de Catalunya. Centro que tiene como objetivo la promoción, conservación y difusión de la fotografía).

- http://www.girona.cat/sgdap/cat/crdi_portada.php (Centre de Recerca i Difusió de la Imatge (CRDI), Girona).

- http://www.fotosantiguascanarias.org/tecnicas.php (Fundación para la conservación y difusión del patrimonio fotográfico del Cabildo de Gran Canaria).

-http://www.angelfuentes.es/textos.html (Web de Ángel Mª Fuentes de Cía, era uno de los mayores expertos en conservación y preservación de fondos fotográficos de España).

-www.graphicatlas.org (recurso sofisticado que presenta un enfoque único basado en objetos para la identificación de las fotografías).

- https://shop-espana.ctseurope.com/ (página web para productos de restauración de la fotografía).

-http://www.jcr1.com/productos.html (página web para productos de conservación de la fotografía).

https://armada.defensa.gob.es/ArmadaPortal/page/Portal/ArmadaEspannola/cienciaobservatorio/prefLang-es/02InfoGeneral (página web del Real Instituto y Observatorio de la Armada).

- https://www.oa-roma.inaf.it/oar/monte-porzio-catone/ (pagina web del Observatorio Astronomico di Roma – Monte Porzio Catone).
- https://eclipse.gsfc.nasa.gov/solar.html (tablas de las franjas de oscuridad de los eclipses total de Sol de 1860,1870,1878).

PUBLICACIONES
Pd
DE DEFENSA

GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE DEFENSA

SUBSECRETARÍA DE DEFENSA
SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA

SUBDIRECCIÓN GENERAL
DE PUBLICACIONES
Y PATRIMONIO CULTURAL