

DIGITALIZACIÓN DE ARCHIVOS FOTOGRÁFICOS EN ARCHIVOS ESTATALES. EL ARCHIVO FOTOGRÁFICO "ALFONSO"

Fernando de la Ossa Díaz
Servicio de Reproducción de Documentos. Madrid

1. Consideraciones iniciales.

Antes de plantear el tema, quisiera hacer una reflexión sobre un problema que considero grave: la degradación y en muchos casos la pérdida de nuestra memoria colectiva fotográfica, ya que existen cientos de miles, millones de negativos fotográficos, realizados desde la mitad del siglo pasado hasta la década de los 80 que, debido a las características de la película de sales de plata y sus mecanismos de degradación físico-químicos, están con graves problemas o en trance de desaparición. Algunos de estos archivos, por desgracia, ya han desaparecido, otros muestran evidentes síntomas de degradación, y una parte difícil de cuantificar, debido a su volumen y dispersión, ha empezado a perder la imagen de forma irreversible; ésto supone que, en el mejor de los casos, en diez o quince años el problema adquirirá mayor magnitud.

Obviamente, la digitalización de este tipo de archivos sólo resuelve parte del problema: la captura de la imagen, su gestión e incluso su reproducción. La otra parte, es decir, la conservación de estos materiales mediante su ubicación en un entorno neutro, estabilizado y adecuadamente refrigerado, donde se retrasen sus mecanismos de envejecimiento y degradación, debe ser objeto de la adecuada definición por parte de expertos en conservación fotográfica debidamente cualificados.

También pretendemos, y sin pretender ser falsamente alarmistas, resaltar un grave problema añadido: que los soportes utilizados por la industria fotográfica desde finales del siglo pasado hasta 1933 (fecha de introducción del diacetato de celulosa) son de nitrocelulosa. Los fabricantes experimentaron con diversos soportes plásticos buscando un sustituto que tuviese características de seguridad en el período 1922-1950, y solamente con posterioridad a esta fecha, puede afirmarse que la nitrocelulosa no se ha utilizado en los procesos de fabricación de la película (no así en el uso, pues la salida de los stock almacenados hizo que se siguiese empleando varios años más).

Referencialmente, las fechas del último año de fabricación sobre soportes de nitrato de celulosa son los siguientes:

Película en rollo 35 mm	1933
Película en rollo (no 35 mm)	1950
Placas comerciales	1938
Placas para fotografía aérea	1942
Film pack	1949
Película cinematográfica 35 mm	1951

La nitrocelulosa o nitrato de celulosa es un material químicamente inestable y fácilmente combustible. En la evolución de los soportes, alterna o sustituye al cristal debido a la fragilidad de éste; tiene mecanismos de degradación definidos y, una vez iniciada su descomposición (relativamente lenta al principio hasta que, catalizada por el ácido nítrico que libera, incrementa su acción en forma exponencial), puede llegar a ser autoinflamable si se une a alta temperatura ambiental. Independientemente, el ácido nítrico liberado actúa sobre el resto de los materiales fotográficos: acetatos, triacetatos, poliésteres, etc., potenciando su envejecimiento, por lo que una vez identificados los negativos en este soporte, deben ser separados del resto del archivo y almacenados en lugar distinto con buena ventilación.

En caso de duda sobre la existencia de soportes de nitrato de celulosa en un archivo, para la identificación de los mismos, se pueden utilizar distintas pruebas que se aplican a partir de pequeñas muestras del material a identificar, tales como el test de difenilamina, el test de flotación o de tricloroetileno y el de test de inflamabilidad; no obstante, es aconsejable que sean aplicados por personal especializado, pues involucran el uso de productos tóxicos.

Básicamente, en la evolución de la fotografía, sin contemplar soportes ni emulsiones especiales, y bajo el prisma de su conservación, existen dos tipos de problemas: el derivado de los soportes y el derivado de las emulsiones.

1.1. Archivos fotográficos. Problemas derivados de los soportes:

- Placas de cristal (+/- 1870-1930).

El cristal fue el soporte más apreciado inicialmente por su estabilidad dimensional como base para las emulsiones, además de ser químicamente inerte. Presenta el inconveniente de su fragilidad que le hace proclive a roturas en su manipulación, y la conservación de las placas no siempre se hace de la forma más adecuada, siendo lo más frecuente el apilarlas en cajas, por lo que las rayaduras, desconchados e incluso el desprendimiento de la emulsión que forma la imagen, pueden ser frecuentes. Por otra parte, el fijado de la imagen no siempre era efectuado adecuadamente, dándose la circunstancia que la reacción química de la plata haya continuado, convirtiendo la sal de plata no eliminada en plata metálica, surgiendo metalizaciones, e incluso, en algunos casos, que la imagen se haya invertido por metalización total, quedando convertida en una imagen positiva de plata metálica.

- Derivados plásticos (+/- 1900 hasta la fecha).

Su principal problema es su inestabilidad química. En su evolución, hasta los años 50 en los que aparece el poliéster, no se considera que sea un soporte seguro fotográficamente. A partir de 1960, por acuerdo entre los fabricantes de películas se usa el poliéster como soporte, hasta la actualidad.

En cualquier archivo fotográfico histórico (1900-1950, encontramos el grave problema de los soportes de celulosa (nitrato de celulosa inicialmente y acetato de celulosa después) que pueden provocar su descomposición hasta hacer imposible el uso, especialmente en el nitrato de celulosa o nitrocelulosa, con la problemática añadida de su fácil combustión, ya que su temperatura de ignición es menor a medida que aumenta su descomposición, habiéndose dado casos de combustión espontánea. También, el ácido nítrico que libera en sus mecanismos de descomposición deteriora otros materiales cercanos. Hagamos una breve consideración sobre ambos:

Base en nitrato de celulosa.

Es un material plástico altamente inestable, en tanto grado que puede empezar a deteriorarse cuando sale de fábrica. Durante su proceso irreversible de deterioro libera un gas que afecta a los demás materiales fotográficos especialmente en la parte metálica de las emulsiones. Además, si las películas de nitrato de celulosa están en contacto con otros negativos fotográficos, produce el mismo efecto sobre ellos que una cámara de envejecimiento, es decir, acelera su deterioro. Se puede encontrar este tipo de película hasta mediados de los años 50.

Base de acetato de celulosa.

Es un material más estable que el nitrato de celulosa pero tiene unas propiedades físicas más problemáticas, tales como los encogimientos críticos y los derivados de sus caracterís-

ticas ópticas. Minimiza los riesgos de combustión, pero es afectado por el ácido nítrico liberado por el nitrato de celulosa, potenciando su degradación y llegando incluso a la autodestrucción.

1.2. Archivos fotográficos. Problemas derivados de las emulsiones.

Desde finales del siglo pasado hasta hoy, la sustancia que se ha empleado para aglutinar los halogenuros de plata es la gelatina animal. La gelatina es un elemento complejo, pues al ser un coloide, puede tener un comportamiento dual, bien como sólido, bien como líquido, siendo susceptible de transformarse por variaciones de temperatura y humedad en su entorno, como por ejemplo de pH, temperatura, humedad relativa y punto isoeléctrico (sus cargas negativas o positivas).

También, la eliminación incompleta de las sales residuales en el lavado es una de las causas de deterioro de los materiales fotográficos. Si quedan tiosulfatos estos se desestabilizan en azufre que es afín a la plata, o reaccionan con otro tipo de sales, formando sulfuro de plata (Ag_2S) que es la causa del amarilleamiento de la imagen.

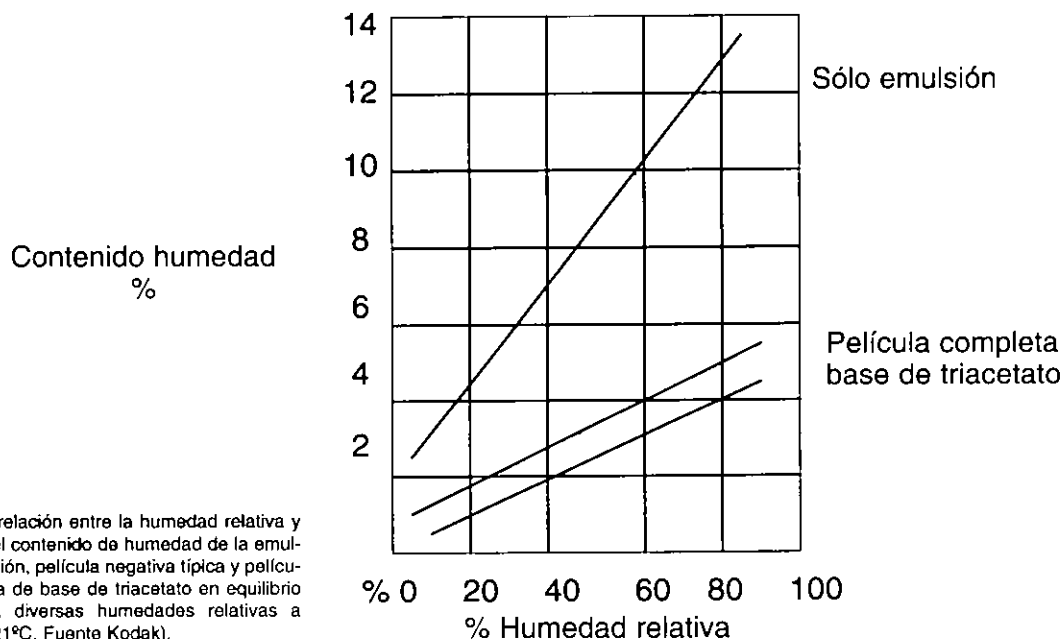
Entre sus mecanismos de degradación, comunes a todas las emulsiones, podemos destacar tres fundamentales:

- Medio ambiente no controlado (temperatura y humedad).

Las condiciones ambientales de temperatura y humedad relativa también pueden ser una causa de deterioro, bien por cambios bruscos de éstas, bien por la conjunción de temperatura y humedad relativa alta, pues en estas condiciones se desarrollan agentes biológicos como hongos y bacterias cuyo medio nutriente es la emulsión.

- Efectos de humedades relativas altas y bajas. Control de la humedad.

Para la conservación de los archivos fotográficos, la humedad relativa ambiental óptima es la mejor que pueda conseguirse prácticamente con los medios que se dispongan y se pueda mantener y controlar de forma constante.



Las humedades relativas altas deben ser evitadas. En el almacenamiento de archivos fotográficos, humedades relativas superiores al 50-60% favorecen la proliferación de hongos y los ambientes ricos en oxígeno y luz su reproducción por esporas. Cuanto mayor sea la humedad relativa, mayor es el peligro de ataque de hongos y más abundante es su proliferación (las esporas se encuentran en el aire en cualquier parte y germinan y proliferan en circunstancias favorables). La única protección real contra éstos es asegurarse que las condiciones ambientales de la zona de almacenamiento sean lo más inertes posibles, similares a las "zonas quirúrgicas".

Si los hongos proliferan y progresan, las emulsiones sufrirán perjuicios serios y permanentes, la gelatina será su medio nutriente y se tornará pegajosa y fácilmente soluble al agua; diversos procedimientos para contrarrestar éste problema se describen en la publicación de Kodak "*Prevention and Removal of fungus Growth on Processed Photographic Film*".

Por otra parte, las humedades relativas inferiores al 30-35% son las mejores para reducir manchas o desperfectos microscópicos porque retrasan los mecanismos de reacción fisico-químicos.

En el caso de existencia de humedades relativas bajas, los problemas inherentes son de estática y resquebrajamiento del soporte en su manipulación. No obstante, la humedad relativa inferior al 20 -15% ofrece posibilidades muy interesantes para la conservación de archivos retrasando sus reacciones de degradación; en éste caso, lo aconsejable es el reacondicionamiento a una mayor humedad antes de hacer uso de los negativos, diferenciando los ambientes de almacenamiento y de trabajo. Generalmente, un día es suficiente para acondicionar en un 50% a una mayor humedad relativa ambiental; para conseguir un equilibrio completo es aconsejable alrededor de una semana.

- Contaminación ambiental y manipulación deficiente.

La contaminación ambiental de ciudades y zonas industriales contiene elementos químicos que reaccionan químicamente, tales como el sulfuro de hidrógeno, dióxido de azufre, humos industriales, etc., por lo que la depuración y el filtrado del aire es altamente recomendable en este tipo de archivos. Las pinturas industriales contienen peróxido en su composición cuya reacción química potencia la degradación de las emulsiones, por lo que hay que tener especial cuidado en la elección de estanterías y mobiliario de la zona de archivo.

Las películas de nitrato no deben almacenarse nunca junto a películas de cualquier otro tipo (ni en el mismo local ni en locales comunicados o que compartan acondicionamiento de aire), ya que los gases liberados en su descomposición (especialmente las emanaciones de ácido nítrico) potencian sus mecanismos de degradación, pudiendo llegar incluso a la destrucción.

Cuando no pueda evitarse la atmósfera contaminada, lo ideal es tomar medidas adecuadas para eliminar los contaminantes gaseosos mediante el filtraje y acondicionamiento del aire en la zona de almacenamiento; acondicionamiento que, al mismo tiempo, puede fijar y controlar la temperatura y humedad dentro de los niveles adecuados.

Por otra parte la manipulación deficiente (huellas dactilares: contienen sales minerales que reaccionan con las sales de plata) gomas elásticas: emiten residuos vulcanizados en su descomposición) también contribuyen a la degradación de las emulsiones. Efectos similares son producidos por cintas autoadhesivas, papeles blanqueados químicamente y tintas de impresión por lo que es necesario tener un especial cuidado (y conocer la composición) de los elementos auxiliares de trabajo.

Como referencia se pueden establecer los siguientes requisitos atmosféricos para áreas de trabajo en archivos fotográficos:

	<i>Zona de trabajo</i>	<i>Zona de almacenamiento</i>
Temperatura	Máxima de 21-24 ° C (menor de 21° si es posible)	10 a 15 ° C
Humedad relativa (*)	Preferiblemente a 30-35 % (máximo 50%)	Archivo inactivo 15-20% Archivo activo 30-35%
Aire acondicionado	No fundamental, a menos que la zona de trabajo esté sujeta a alto % de humedad frecuente o constantemente	Esencial
Purificación de aire	Limpieza normal	Eliminación de gases, partículas de suciedad o polvo y otros contaminantes

(*) Si la zona de almacenamiento tiene una temperatura lo suficientemente baja o el aire de la zona de trabajo es bastante húmedo, los negativos han de reacondicionarse en un envase cerrado hasta que alcance la temperatura de la zona de trabajo. Caso contrario pueden producirse condensaciones de humedad en zonas frías de la película.

2. Imagen digital fotográfica.

La digitalización de la imagen fotográfica con todas las garantías hace ya tiempo que es una realidad. El desarrollo actual de las tecnologías digitales aplicadas a la imagen permite capturar todos los valores analógicos de cualquier imagen, tanto en blanco y negro como en color; es más, permiten su integración total, pues tienen capacidad de capturarlas, interpretarlas y reproducirlas, independientemente de su tipo de soporte, su polaridad y sus dimensiones.

Por otra parte, cualquier imagen o conjunto de imágenes digitalizadas (si ello se ha realizado adecuadamente) pueden ser estructuradas mediante bases de datos y tener distintas opciones de consulta y reproducción: internet, intranet, redes de área local, "copias duras" con calidad incluso fotográfica y negativos o diapositivas digitales mediante filmadoras.

2.1. Ventajas de la digitalización de la imagen:

- *Preservación de la imagen*, independientemente de su soporte, ante su deterioro químico o físico, se reduce la manipulación de los originales y permite la estabilización de los mismos en entornos inertes para conservarlos, retrasando su deterioro.

- *Integración de altos volúmenes de imágenes*, de distinto soporte, época, origen, procedencia, etc. en un único entorno digital.

- *Respeto de los valores analógicos* de la imagen (reproducciones idénticas) en cualquiera de sus formas de difusión o consulta.

- *Base de datos única* que gestione el conjunto de imágenes integrando distintas procedencias, sea cual sea su volumen, susceptible de ser complementada en el futuro, a medida que los trabajos de identificación o consulta avancen.

- *Versatilidad, rapidez y facilidad de localización* de cualquier imagen, sea cual sea su contexto, así como una cómoda visualización de las mismas.

- *Multiplicidad de formas de difusión* sin pérdida de valores permitiendo incluso el acceso

remoto y simultáneo (internet, intranet, redes de área local, etc.), o la edición (CD-ROM, DVD-ROM, etc.)

- *Visualización de forma automática* en la cantidad, orden y cadencia que se estimen oportunos ("Slide Show", pantallas de proyección, etc., como complemento de exposiciones, congresos o cualquier otro tipo de evento cultural).

- *Inventariación de fondos fotográficos* en gran parte, con la posibilidad de incluir datos relativos a sus características, derechos de difusión, propiedad, procedencia, etc., asociados de forma indisoluble a la imagen.

- *Copia impresa en distintas calidades* (incluso idénticas a las fotográficas convencionales) de forma rápida, simple y económica, sin los engorrosos procedimientos químicos tradicionales.

Todas estas opciones, y algunas otras que serían complejas de definir en la brevedad de este trabajo, son factibles a partir de la implantación de un sistema con una metodología racional, trabajando en 8/12 bit por píxel en blanco y negro y 24/32 bit por píxel para el color, dotado del software de comunicaciones, infografía y base de datos correspondiente.

2.2. Inconvenientes de digitalización de la imagen.

- A corto plazo.

Diseño e implantación de un sistema de captura informático basado, en unidades de captura más una unidad para control de calidad, verificación y preparación/conversión de las imágenes, así como su grabación sobre CD-ROM. Estos equipos estarían interconectados mediante red de área local.

Formación de personal específico. Un sistema de este tipo no necesita muchas personas para atenderlo y obtener el rendimiento adecuado. Es preferible dotarlo de pocas personas, escogidas convenientemente, motivadas en la medida que sea posible y con espíritu de equipo definido, que un grupo amplio en el que imperen "convencionalismos administrativos", ambigüedad en la ejecución del trabajo y falta de compromiso con el mismo.

Establecimiento de una metodología de trabajo racional y práctica que permita rendimientos medios aceptables con eficiencia y calidad. Para el caso del proyecto Alfonso, la metodología de trabajo establecida es la siguiente:

En *blanco y negro*. Captura de la imagen en 8/12 bits por píxel y con las resoluciones de la tabla inferior en función de los formatos de película. Este fichero se almacenará en un formato digital "completo"; TIFF, PNG o PSD. Será un fichero "master" almacenado en CD o DVD. Por sus características es apto para artes gráficas, (publicaciones, cartelería, etc.) y la obtención de negativos o diapositivas digitales.

	Resoluc. (dpi)	Matriz (píxels)	Volumen
Formato 35 mm	2.500	2835 x 4134	11 Mbytes
Formato 6 x 6	1.500	3543 x 3543	12 Mbytes
Formato 6 x 9	1.200	2835 x 3452	11,5 Mbytes
Formato 9 x 12	800	2835 x 3780	10,2 Mbytes
Formato 13 x 18	600	3071 x 4252	12,5 Mbytes
Formato 18 x 24	400	2835 x 3780	10 Mbytes

El mismo fichero, reconvertido a 300 dpi y ajustado a matriz necesaria para hacer la impresión en A4, será el de puesto de consulta o base de datos. Su ventaja es que su menor

volumen permite gestionarlo con rapidez, integrarlo en bases de datos e imprimirlo directamente con calidad en impresoras de chorro de tinta o tono continuo.

Su formato de archivo, JPEG con algoritmo de compresión del 75%, con lo que, su ocupación promedio es de 300 k por fichero (promedio 2.000 imágenes por CD-ROM estándar).

Otra conversión del fichero, a 72 ppp. y matriz de 800 x 800 píxeles, puede ser el destinado a difusión en gran escala o edición electrónica (grandes bases de datos, internet, etc.); su ocupación promedio de 50 k por fichero permitiría la creación de catálogos o ediciones, con un contenido de 12.000 imágenes por CD-ROM estándar.

En color. La captura se efectuará a 24/36 bits por píxel. Los datos para los ficheros digitales son iguales a los de blanco y negro, excepto en el volumen, que debe triplicarse.

- A medio plazo.

Definición del software de base de datos. Que admita la "navegación" por una estructura jerárquica definida, así como cumplir la función de identificar cada fotografía en función de inventario.

Tiene que permitir la catalogación con el nivel de descripción necesario, independientemente de que contenga uno o dos campos libres similares a los "memo" de dBase, con el fin de poder recoger en el futuro las aportaciones identificativas de investigadores, estudiosos, etc. que, previamente verificadas por la persona responsable de la misma, serían incorporadas.

Campos posibles:

1. Autor y fecha de realización.
2. Título (sí se lo ha dado el autor).
3. Tema.
4. Soporte, formato, polaridad.
5. Fondo de procedencia y número de inventario.
6. Personajes identificados en la imagen.
7. Lugares identificados.
8. Acontecimiento reflejado.
9. Valores complementarios (urbanísticos, antropológicos, artísticos, etc.).
10. Propiedad, restricciones de publicación.
11. Compatibilidad con los "motores de bases de datos admitidas por la normativa estándar ODBC.

3. El archivo fotográfico "Alfonso".

El archivo fotográfico "Alfonso" fue adquirido por el Ministerio de Cultura en el año 92, ejerciendo el derecho de tanteo y un coste de 60.000.000 de pesetas. Físicamente fue ubicado en la planta tercera del Archivo General de la Administración, en Alcalá de Henares, en el depósito que por entonces ocupaba el archivo de seguridad en microfilm del Servicio de Reproducción de Documentos de la Subdirección de Archivos Estatales, donde continúa actualmente. En el momento de su recepción se verificaron los correspondientes inventarios que tenía realizados este fondo, pero no se hizo un análisis de su estado.

Posteriormente, en el año 93, fue complementado con el mobiliario, útiles fotográficos y copias positivas que estaban depositados en el Museo Español de Arte Contemporáneo.

Este archivo, en su mayor parte (y precisamente en sus imágenes históricamente más interesantes), tanto en placas como en película de 35 mm perforada, es de soporte de nitrato de celulosa y muestra signos claros de descomposición, así como formación de ácido nítrico en tal grado que, puede afirmarse sin lugar a dudas, que una parte de él puede quedar destruido en pocos años, además del riesgo añadido de una posible combustión.

El estado del archivo "Alfonso" se puede considerar "crítico", pero solo es la punta del iceberg del problema que tiene el Archivo General de la Administración, ya que los fondos fotográficos depositados en él ascienden a varios millones de negativos y positivos.

Consta de unos 235.000 negativos fotográficos en distintos soportes y de un número que no he podido determinar de positivos. La importancia documental y artística de este fondo iconográfico es excepcional, ya que la compleja personalidad de Alfonso, su profesionalidad fotográfica (especializado inicialmente en reportajes y después en retratos) y las circunstancias históricas en que vivió (primera mitad de este siglo), hacen de este fondo una referencia única para "ver" una parte de nuestra historia.

Está clasificado "cronológicamente" como:

- Archivo Histórico.
- Histórico - Contax.
- Estudio de Fuencarral.
- Estudio de la Gran Vía.
- Estudio - Museo de la Gran Vía.

- Archivo Histórico.

Formado mayoritariamente por placas de cristal de formato 9 x 12 cm (24.000), placas en película flexible (700) y positivos sobre papel (1.077). En el inventario se describe su estado como aceptable, pero ya señala dos problemas:

"Las placas de película flexible son de nitrocelulosa (químicamente inestable y fácilmente combustible, fabricadas entre 1985 y 1930, año en el que empezó a ser sustituida por motivos de seguridad por el acetato de celulosa y posteriormente por el triacetato de celulosa, aunque es factible encontrar este soporte hasta los años 50). En sus reacciones químicas de envejecimiento y degradación emite ácido nítrico que deteriora de forma rápida, gradual e irreversible, los materiales fotográficos de su entorno."

"Las placas de cristal tienen un mejor nivel de conservación ya que este es un soporte estable e inalterable, no obstante, las emulsiones presentan muestras de metalización progresiva, suciedad, rayaduras y posibles colonias de hongos."

- Histórico Contax.

Formado por película perforada de 35 mm, en su mayor parte (710 sobres, alguno de ellos en color) y negativos de 6 x 6 mm.

- Estudio de Fuencarral.

Contiene el material del estudio situado en dicha calle y que fue destruido durante la guerra civil.

En el inventario se indica que las placas de cristal tienen problemas derivados de humedades y hongos, así como que algunas de ellas están pegadas. De la película flexible (nitrocelulosa) indica su alto grado de descomposición y degradación.

- Estudio de la Gran Vía.

Es la parte "moderna" del fondo pues contiene el período 1940-1990. Sus problemas de

conservación son similares en cuanto a las placas de cristal y principios de degradación en la película flexible.

- Museo de la Gran Vía.

Compuesto de las fotografías expuestas en la Gran Vía, con retratos de las principales personalidades de este siglo. Está compuesto por 2.043 positivos y su estado se califica en el inventario de "bueno".

En general, el fondo Alfonso, se puede estimar:

	<i>Rollo 35mm</i>	<i>Rollo 6 x 6</i>	<i>Placa 6 x 9</i>	<i>Placa 9 x 12</i>	<i>Placa 13 x 18</i>	<i>Placa 18 x 24</i>
Placa cristal			304	54.182	2.383	500
Placa película			641	2.947	2.388	487
Placa pel. nitrat.			327	1.840	1.864	395
Rollos B / N	4.879	72				
(Imágenes)	(173.124)	(864)				
Rollos B N nitrat.	4.128	56				
Rollos color	347	53				
(Imágenes)	(12.492)	(636)				
Positivos			16	147	19	2.806
Total estimado	5.156	125	961	33.170	4.790	3.793
(Imágenes)	(185.616)	(1.500)				

Las referencias del inventario de estas imágenes cuando se adquieren, son hasta cierto punto correctas; en su vida anterior han estado almacenadas en un entorno, que si bien no ha sido el ideal, ha sido, hasta cierto punto, correcto, y su manipulación la han efectuado profesionales, lo que le ha permitido llegar a finales de los años 80 en unas circunstancias adecuadas. En los 90, cambian de medio ambiente y simplemente se almacenan.

En general, el estado físico de este archivo presenta todos los problemas característicos de los materiales que lo componen (se percibe especialmente en los soportes de cristal y los soportes plásticos, independientemente de la problemática común, derivada de la gelatina de las emulsiones, sus características de coloide y su capacidad de generar colonias de hongos), agravados progresivamente por sus condiciones adversas de almacenamiento.

ANEXO. Conceptos de imagen analógica e imagen digital.

- Imagen analógica.

Como sabemos, de entre las distintas radiaciones del espectro electromagnético, correspondientes a longitudes que van desde 10^{-16} a 10^4 , se encuentra el espectro visible donde se han basado los sistemas de percepción visual del ser humano para percibir y comunicarse con su entorno.

Las radiaciones del espectro electromagnético se comportan como ondas que se irradian desde sus fuentes en todas direcciones y se miden en metros, pero son de una variabilidad tal que su medida va desde los 0,000000001 mm de los rayos gamma a los 10.000.000 mm de las ondas de radio. Las ondas visibles son un pequeño grupo que queda situado casi en el centro del espectro (0,0004 mm a 0,00007 mm).

La luz visible para facilitar los cálculos, se mide en nanómetros (nm) derivado del nombre griego del nueve (nanos) y equivale a 10^{-9} , o sea $1 \text{ nm} = 0,000000001 \text{ m}$. Las longitudes de onda de la luz visible van desde los 380 nm a los 760 nm.

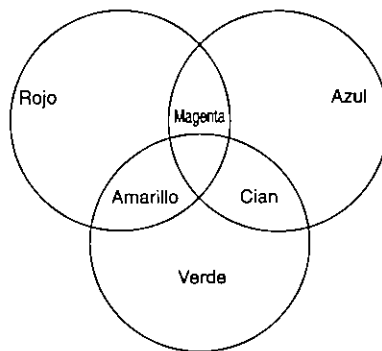
Ultravioleta	380 nm
	400
Violeta	420
	440
Azul	460
	480
Azul-Verde	500
	520
Verde	540
Amarillo-Verde	560
Amarillo	580
	600
Anaranjado	620
	640
	660
Rojo	680
	700
	720
Rojo oscuro	740
	760
Infrarrojo	780

Newton descubrió que la luz blanca esta formada por todos los colores del espectro al hacer pasar un rayo de luz por un prisma que lo dispersa en una banda que contenía los colores del arco iris. Posteriormente, se descubrió que combinando de nuevo todos éstos colores mediante un nuevo prisma se obtenía otra vez la luz blanca, estableciéndose así que la luz blanca es el compendio de todos los colores y la ausencia de la luz es el negro.

Si entre los dos prismas, el dispersor y el combinador se apantallaba parte del espectro alterando los contenidos de azul, verde y rojo, al recombinarlos de nuevo se obtenía toda una serie de colores en vez de la luz blanca y casi cualquier color podría ser reproducido en incluso algunos que no figuraban el espectro original como el magenta o púrpura.

Los resultados de mezclar luz azul, verde y roja hicieron pensar que el ojo humano podría poseer tres tipos de sensibilidad cromática a estos colores que quedaron denominados pri-

marios porque los demás pueden ser reproducidos con las correspondientes proporciones de éstos. Cuando los colores primarios se solapan, crean los colores cian, magenta y amarillo que son denominados secundarios y se complementan con los primarios. Los colores complementarios son los que se parecen menos entre sí.



Así, el color complementario amarillo se obtiene del rojo y del verde, el azul es el color primario que falta y por consiguiente el azul y el amarillo son complementarios. El complementario del verde es el magenta y el complementario del rojo es el cian. Por este principio se ven otros colores, además del rojo, verde y azul; así, por ejemplo, un girasol lo vemos amarillo porque las longitudes de onda roja y verde son reflejadas hacia nosotros, mientras que el azul es absorbido por la planta.

En la segunda mitad del siglo XVIII y principios del XIX, gracias a la evolución de la química, se depuraron los elementos fotosensibles (cloruro, yoduro y bromuro de plata), hasta tal punto que, aglutinados mediante emulsiones y expuestos según los principios de la cámara oscura, surgió la imagen fotográfica y como consecuencia de ella, y a medida que la evolucionaban la física, la química, la mecánica y la óptica, se decantó la tecnología del microfilm que todos conocemos.

- Imagen digital.

El sistema de creación de la imagen digital que es interpretado por los ordenadores y reproducido en la pantalla de un monitor se basa en las mismas propiedades de los fenómenos naturales e, incluso, puede emular los sistemas aditivo (rojo, verde y azul es la forma como se ve la imagen en un monitor) o sustractivo (cian, magenta, amarillo y negro, es la forma como se imprime), pues internamente como trabajan es en sistema LAB (luminancia, brillo y contraste) basado en el sistema por el que la física define el color.

Para la visualización, en el caso del color, en cada píxel del monitor, se crean las mezclas de colores mediante la emisión de tres haces de electrones de diferentes intensidades que, al chocar con el material fosforescente rojo, verde y azul que recubre el interior de la pantalla emiten la luz correspondiente. Cuando vemos el color rojo, el monitor ha activado su haz rojo que excita el fósforo rojo generando un píxel rojo en la pantalla; otro tanto ocurre con el verde y el azul. Esto es cierto aún en el caso del blanco y negro, pues lo único que ocurre es que se está visualizando la información en modo monocromático, o sea, que recibe la misma intensidad de valores rojo, verde y azul.

Las computadoras sólo saben hacer una cosa, eso sí, sin competencia posible, que es calcular matemáticamente de forma binaria o en base 2. Así pues, si cada color y modo de visualización existente están hechos de una combinación de colores primarios, binariamente pueden representarse en 256 niveles ($2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 256$ o lo que es igual,

2⁸). Ésta es su forma de operar incluso para el color monocromático blanco y negro, pues el color blanco lo obtiene mezclando en el píxel 256 partes de rojo, 256 partes de verde y 256 partes de azul. Negro por el contrario es 0 partes de rojo, 0 partes de verde y 0 partes de azul. Establezcamos en este punto que la imagen monocroma es innecesario representarla mediante 2²⁴, pues los ordenadores pueden representar el blanco y negro con todas sus gamas de gris con 256 niveles, o lo que es igual, mediante píxeles de 2⁸ bits, con el consiguiente ahorro de cálculo.

Este número de niveles de color puede parecer enorme pero es sólo una parte de los colores disponibles en la naturaleza, de acuerdo a las leyes de la física, no obstante, supera ampliamente la capacidad de definirlos por parte del ojo humano. Para la potencia de cálculo de un procesador actual, tipo pentium, 16,7 millones de colores son suficientes para digitalizar y reproducir imágenes, ya que son sistemas sobradamente capaces de trabajar en 24 bit por píxel, con cualquier tipo de matriz, especialmente si se les dota de memoria RAM y tarjetas gráficas apropiadas. Como nota anecdótica hay que comentar que los sistemas visuales humanos, especialmente entrenados, no son capaces de distinguir más de 8 millones de gradaciones de color.

Las imágenes interpretadas en los ordenadores pueden estar salvadas en varios formatos; en función del formato pueden tener que determinar su fidelidad a la imagen original, no obstante, independientemente del formato y la matriz de la imagen, es importante tener en cuenta el concepto de "profundidad de píxel" o número de bits por píxel que están captados y representados, pues éstos determinan la riqueza de la imagen y su calidad.

Se pueden establecer los tipos de imágenes representadas binariamente de la siguiente forma:

- *1 bit por píxel* (imágenes que soportan 2 colores; indicadas para reproducir documentación de alto contraste y que admiten altos ratios de compresión mediante formatos del tipo TIFF CCTT grupos 3, 4, 5).

- *4 bits por píxel* (imágenes que soportan 16 niveles de gris o de color, admiten los formatos de archivo que soportan color indexado).

- *8 bits por píxel* (imágenes que soportan 256 niveles de gris o de color. Resultan las indicadas para reproducir perfectamente los originales en blanco y negro con todos los matices de gris. Indicadas para digitalizar originales que requieran escala de grises. Admiten todos los formatos de archivo; especialmente PNG, TIFF y JPEF).

- *16 bits por píxel* (imágenes que soportan 32.768 niveles de color, Indicadas para representar documentos en color que no requieran una gran paleta pues suponen un importante ahorro de memoria).

- *24 bits por píxel* (imágenes que soportan 16.777.216 niveles de color en tres canales –rojo, verde y azul–, resultan indicadas para digitalizar y representar imágenes con una gama amplia de color. Admiten todos los formatos de archivo).

(Como dato de la rápida evolución tecnológica hay que reseñar que los sistemas actuales de tratamiento de la imagen son capaces de procesar internamente 36 bits de profundidad de color)

Como matriz de una imagen, entendemos su relación bidimensional expresada en píxeles. Como resolución, el número de puntos por pulgada o dpi. Generalmente, las imágenes se visualizan a 72 puntos por pulgada en los monitores y requieren unos 300 dpi para su reproducción sobre papel.

Cuando se digitaliza un original, simplemente lo que se hace, es establecer una rejilla electrónica más o menos tupida 100, 200, 300, 600, 1000 puntos por pulgada o dpi, y cada

punto se cuantifica digitalmente (como hemos visto, de 0 a 256 niveles en el caso del b/n o tres combinaciones interrelacionadas, de 0 a 256 niveles en el caso del color) y así se obtiene una matriz binaria de la imagen. A esta matriz en bruto se le da un formato de fichero de imagen que le asocia sus características normalizadas en la cabecera y ya tenemos un fichero de imagen digital.

Una imagen binaria es susceptible de múltiples usos, ya que se puede actuar sobre su conjunto o sobre grupos de píxeles preseleccionados. Una de sus características más importantes es que puede ser interpretada mediante histogramas, que son la representación matemática de los niveles y distribución de los píxeles que la componen. Mediante los histogramas podemos optimizar su luminancia, su brillo o su contraste, podemos corregir sus umbrales o modificar sus gamma, también podemos, en el caso del color, actuar sobre los canales que lo componen, podemos, en suma, optimizar y mejorar los valores de los datos que contiene para facilitar su consulta. (La infografía y la creatividad queda reservada para los ratos de ocio o para los artistas y diseñadores gráficos).

Como norma general, una imagen siempre debe capturarse en la mayor medida que nos permitan los medios que utilicemos, pero siempre procurando no rebasar la resolución del CCD, para evitar la interpolación. El equilibrado y la limpieza de los sistemas ópticos, junto con la utilización del software adecuado serán los que nos aseguren la calidad en nuestro trabajo, pero siempre hemos de tener en cuenta que, la matriz de una imagen puede ser reducida sin pérdida de calidad, pero no así lo contrario, pues, por muy bueno que sea el sistema de interpolación que utilicemos, siempre estaremos obligando a "inventarse" píxeles al sistema.

- Formatos de imagen digital; GIF, TIFF, JPG y PNG.

Independientemente de los formatos de imágenes vectoriales (formatos basados en fórmulas matemáticas que los definen geoméricamente) que no vamos a considerar en este trabajo, de entre los formatos de mapas de bits o "imágenes raster", vamos a describir brevemente tres formatos ampliamente definidos y consolidados, normalizados en sus distintas variables de aplicación y sobre los que ya existen disponibles para su consulta varias decenas de millones de imágenes digitales. Son TIFF, JPG y PNG.

Las personas familiarizadas con formatos de imagen digital echarán de menos un formato muy utilizado, el formato GIF. No consideramos este formato, de utilización generalizada, especialmente en internet, a pesar de ser multiplataforma y estar extendido su uso en la web por varias razones, éstas son:

El formato GIF, revolucionario en sus inicios, ya que tiene por sus características atractivos a MACPaint o PCX, fue creado para visualizar imágenes omitiendo propiedades que sólo servían para pocos sistemas, ya que utiliza un poderoso algoritmo de compresión (LZW) y a pesar de que, en su momento, cubría las necesidades de los usuarios CompuServe, que necesitaban un formato accesible de descarga rápida previsualizada.

GIF, a pesar de reconocer matrices de 65.536 x 65.536 píxeles, presenta el inconveniente de reconocer solo 8 bits por píxel. GIF, a pesar de tener un buen algoritmo de compresión/descompresión de baja memoria pues sólo requiere 16 K. Sigue siendo interesante por su capacidad de intercambio entre sistemas y es soportado por las aplicaciones web; no obstante, su limitación de solo 8 bit por píxel, sólo le hace idóneo para imágenes "sintéticas" (dibujos animados, gráficos de pocos colores o imágenes reducidas). Diseñada para visualizar gráficos, se introdujo rápidamente en la aplicaciones y quizá, todavía hoy, sea el soporte gráfico de mayor soporte. No resulta adecuado para imágenes fotográficas, bien en blanco y negro o bien en color, donde TIFF CCITT grupo 3 p 4 (para bicolor), TIFF 8 bit o TIFF 24 bits (blanco/negro o color respectivamente) sin pérdidas, son las adecuadas, o donde JPEG asegura alta compresión basada en mecanismos visuales.

Información más detallada de éste formato, se encuentra en la dirección <ftp://x2ftp oulu.fi/pub/msdos/programing/formats>; más información puede encontrarse en <http://w3.org/Graphics/>

- Formato TIFF.

TIFF (Tagged Image File Format), desarrollado inicialmente por Aldus Corporation para almacenar imágenes de escala de grises en alta resolución, obtenidas a través de digitalizadoras, fue incorporado progresivamente en todo el software gráfico; posteriormente fue mejorado progresivamente para soportar mayores progresiones, imágenes en color e información adicional sobre la imagen.

Sus características de compatibilidad, soportar grandes matrices de imagen, ficheros múltiples, o diferentes métodos de compresión "sin pérdidas", le hacen muy adecuado para formato de archivo "master".

Es adecuado para trabajar con imágenes de grandes dimensiones que necesiten una compresión sin pérdida de valores, aún después de repetidas manipulaciones, por lo que se ha convertido en un formato de amplia utilización, entre editores gráficos y diseñadores.

La especificación 5.0 de TIFF establece 4 clases de variables para poder definir las imágenes y evitar sus incompatibilidades; se respeta en la 6.0 vigente actualmente:

- B Imágenes bicolor. Admite compresión CCITT grupos 3 y 4.
- G Imágenes de escala de grises.
- P Imágenes con paleta de colores definida.
- R Imágenes a todo color.

Su estándar definido es amplio, con muchas extensiones opcionales que dieron lugar a problemas y fueron subsanadas a partir de la especificación 5.0 de este formato que lo estableció en cuatro clases; B para imágenes bicolor, G para escala de grises, P para imágenes de paleta de colores y R para imágenes a todo color. La especificación 6.0, vigente actualmente, establece que, al menos tres de éstos cuatro grupos deben ser interpretables y el cuarto accesible mediante "plugin".

Por otra parte, la patente de compresión que incorpora (LZW) estándar en la especificación 5.0, en la 6.0 es opcional, por lo que puede dar algún problema a la hora de su lectura si se utilizó este compresor para reducir espacio.

Información complementaria, así como las especificaciones iniciales de Aldus Corporation (actualmente integrada en Adobe Systems), se pueden obtener mediante ftp anónimo en <ftp.adobe.com>, bajo el nombre de fichero <pub/adobe/DeveloperSupport/TechNotes/PDFfiles/TIFF6.pdf>. o en URL <HTTP://dcs.ed.ac.uk/~mxr/gfx/2d-lo.html>.

Como anécdota, comentar que, el formato TIFF ha tenido tan amplia difusión porque, originariamente –todavía sigue siéndolo–, es el formato empleado para la comunicación mediante telefax. No deja de tener cierto contrasentido que, incluso actualmente, volcamos nuestra información a papel para enviarla por fax, cuando lo simple, rápido y cómodo es enviarlo directamente desde nuestro ordenador. Esto no le importa nada (por supuesto) a las compañías telefónicas, pero sí les importa (y mucho) a nuestros pobres árboles, que son talados para fabricar papel.

- Formato JPEG.

Es un formato que se ha desarrollado a medida que evolucionaban las tarjetas gráficas, ya que paralelamente los ficheros gráficos han adquirido un tamaño significativamente mayor. Los ficheros gráficos actuales fácilmente superan los 8/10 megabytes; incluso el estándar

actual de monitor se sitúa ya en 800x600 píxel e incluso se comienza a trabajar con visualizaciones en color real de 1024x768 píxeles. A medida que estas visualizaciones van siendo más utilizadas, las limitaciones de las prestaciones de los compresores de carácter general (LZW por ejemplo), se hacen más evidentes.

Cuando empezó a originarse el problema, dos instituciones estandarizadoras (International Telecommunications Union –ITU–, continuadora del International Consultive Commitee for Telephone an Telegraph –CCITT– y la International Organization for Estandarization –ISO– crearon el Join Photographics Experts Group –JPEG– con el fin de definir un sistema de compresión de imágenes digitales con calidad fotográfica.

El desarrollo del estándar JPEG, partiendo de la base de la investigación de la visión humana y los gráficos por ordenador, así como de la experiencia desarrollada en comunicación televisiva y en otras ciencias multidisciplinares, definió una técnica que reducía drásticamente el tamaño de las imágenes digitales de calidad fotográfica.

JPEG difiere del resto de los formatos gráficos en que se trata de un sistema de compresión con pérdidas; ahora bien, estas pérdidas son selectivamente identificadas y la información que se elimina es la menos sensible a asimilada por el sistema visual humano. JPEG desecha información siempre que la imagen se utiliza y se vuelve a guardar en este formato, porque lo que no resulta aconsejable, excepto como formato final para la consulta o impresión de las imágenes.

Debido a que almacena los colores variables, resulta adecuado para trabajar en el la imágenes de 24 (o más) bits por píxel y las imágenes de alta resolución o de matriz amplia.

JPEG estableció una variable que fija alguna de sus ambigüedades y le hace compatible con la mayor parte de las plataformas existentes; JPEG-JFIF, o JPEG File Interchange Format.

JPEG no es la única técnica de compresión con perdidas controladas para ficheros gráficos, basadas en la visión humana y en algoritmos binarios; actualmente se están definiendo técnicas, basadas en fractales (formatos FIF) que ofrecen unas expectativas muy interesantes.

Información complementaria o detallada de este formato para programadores (especialmente compresión y descompresión) se encuentra disponible en el Independent JPEG Group mediante ftp, en la siguiente dirección <ftp://ftp.uu.net/graphics/jpeg> o información general en <ftp://rtfm.mit.edu>, dentro del directorio, pub/usenet7news.answers.

- Formato PNG.

El formato PNG Portable Network Graphics (Gráficos transportables en red) fue diseñado hace relativamente poco tiempo por los creadores de software; es multiplataforma, ya que omite características sólo utilizables por muy pocos sistemas. A diferencia del formato GIF –del que se puede decir que es su continuador– no está obstaculizado por patentes y puede llegar a soportar hasta 64 bits por píxel. También ofrece prestaciones innovadoras como soporte de canales alfa, compresiones mejoras libres de patentes y otras, que le definen como un nuevo estándar. Su código fuente está disponible gratuitamente para programadores, tanto en lectura como en escritura, por lo que es previsible que se incremente en casi todas las aplicaciones de software disponibles.

Para evitar problemas con la incorporación de sistemas de compresión patentados PNG utiliza el algoritmo de compresión Deflation, basado en compresión LZH y que es empleado por programas tipo "zip" (PKZIZ, GZIP); en internet se encuentran disponibles implementaciones que pueden utilizarse gratuitamente.

Información más completa de este formato puede encontrarse en la dirección de internet <http://sunsite.unc.edu/boutell>, o en <http://www.cdrom.com/pub/png>. Sobre el algoritmo de

compresión-descompresión y sobre formato de datos comprimidos, hay información vía FTP en: <ftp://quest.jpl.nasa.gov/beta/ziplib> y en los grupos de discusión comp.graphics y comp.compression.

En este punto, quisiera recordar una frase de Nicolás Negroponte, fundador del laboratorio de nuevas tecnologías de MIT (Massachusetts Institute of Technology), formulada en su obra Mundo digital, cuya lectura les recomiendo, y que define perfectamente las distintas propiedades del bit:

"El bit es una unidad de almacenamiento de la información que no tiene color, olor ni sabor; viaja a la velocidad de la luz y se expresa mediante píxel".

RÉSUMÉ

Notre mémoire graphique collective, notamment celle du début du siècle, est en danger: elle risque de disparaître. Peut-être ne pourrions-nous pas transmettre à nos descendants certains legs photographiques, patrimoine de tous. Pourquoi? Parce qu'étant d'essence analogique, leurs composants sont soumis à des mécanismes physicochimiques qui en impliquent la dégradation, voire même, dans bien des cas, la destruction, surtout s'ils ne sont pas conservés comme il le faudrait.

Avec les progrès et le développement de la technologie informatique appliquée à l'image, notamment la définition et la normalisation qu'elle a connues au cours de la dernière décennie, l'image, devenue numérique, acquiert une nouvelle essence: les algorithmes apparemment complexes qui la composent recueillent les multiples valeurs qu'exprime l'image analogique mais demeurent insensibles aux effets de la physique, de la chimie et du temps car ils ne sont que de simples formules mathématiques.

Depuis quelque temps, le Service de Reproduction des Documents de la Sous-Direction des Archives Nationales a pris conscience de ce problème. Ainsi, plutôt que s'en tenir à de stériles lamentations, il a mis en oeuvre un nouveau projet de travail en collaboration avec les Archives Générales de l'Administration, dépositaire physique du fonds: la numérisation des archives du photographe madrilène Alfonso.

SUMMARY

Our collective graphic memory, especially dating from the turn of the century, is in danger of disappearing. We may not be able to pass on photographic legacies which are the common heritage of all of us to future generations, since their analogue essence, the components on which they are based, is subject to physical and chemical mechanisms which imply their decay, and, in many cases, their destruction especially if they are not adequately preserved.

The advances and the development of data processing applied to images, especially the definition and standardisation of digital images over the past decade, give them a new essence which, in its apparently complex binary algorithms, gathers the multiple values expressed by the analogue image; and being only mathematical formulas, they are immune to the effects of physics, chemistry and time.

The Document Reproduction Service of the State Archive Subdirectorate is beginning to become aware of the problem; therefore, in an attempt to do something more than just mourn the loss, we have embarked on a new work project together with the General Administration Archive, the physical repository of the collection: the digitalisation of the photo archive of the Madrilénian photographer Alfonso.