

**XII CONGRESO INTERNACIONAL DE  
EXPRESIÓN GRÁFICA APLICADA A LA EDIFICACIÓN**  
GRAPHIC EXPRESSION APPLIED TO BUILDING INTERNATIONAL CONFERENCE

**NUEVAS TÉCNICAS,  
MISMOS FUNDAMENTOS**  
NEW TECHNICS, SAME FUNDAMENTS

**ACTAS DEL CONGRESO APEGA 2014**



**Universidad  
Europea Madrid**

LAUREATE INTERNATIONAL UNIVERSITIES

**XII CONGRESO INTERNACIONAL DE  
EXPRESIÓN GRÁFICA APLICADA A LA EDIFICACIÓN**  
GRAPHIC EXPRESSION APPLIED TO BUILDING INTERNATIONAL CONFERENCE

**NUEVAS TÉCNICAS,  
MISMOS FUNDAMENTOS**  
NEW TECHNICS, SAME FUNDAMENTS

**ACTAS DEL CONGRESO APEGA 2014**



**Universidad  
Europea Madrid**

LAUREATE INTERNATIONAL UNIVERSITIES



**Universidad  
Europea Madrid**

LAUREATE INTERNATIONAL UNIVERSITIES

Escuela de Arquitectura  
Universidad Europea de Madrid  
C/ Tajo, s/n. Villaviciosa de Odón  
28670 Madrid

<http://arquitectura.universidadeuropea.es/>  
<http://apega14.uem.es>

XII CONGRESO INTERNACIONAL DE EXPRESIÓN GRÁFICA  
APLICADA A LA EDIFICACIÓN. APEGA 2014

Edición a cargo de  
Comité Organizador

Coordinación  
Francisco Domouso  
Óscar Rueda  
Jose Real

Diseño  
Editorial Rueda S.L.

© de los textos, sus autores  
© de las imágenes, sus autores

Editorial Rueda S.L.  
Físicas 5 (Urtinsa II) 28924 Alcorcón (Madrid)  
Tel: + 34 91 619 27 29  
[www.editorialrueda.es](http://www.editorialrueda.es)

ISBN: 978-84-7207-226-8  
Depósito legal: M-33616-2014

Impresión:  
Impreso en España – Printed in Spain  
Noviembre 2014

RINCÓN MILLÁN, M<sup>a</sup> Dolores<sup>1</sup>;

RINCÓN MILLÁN, Juan<sup>2</sup>

Departamento de Expresión Gráfica e Ingeniería en la Edificación  
Superior de Ingeniería de Edificación, Universidad de Sevilla

Sevilla, España

e-mail: lola\_rincon@us.es; jrincon@us.es

## Resumen

La aparición del hombre en La Tierra se ha testimoniado entre otras cosas con documentos gráficos, los cuales han evolucionado a la vez que el propio hombre. Estos documentos van desde las primeras pinturas rupestres, dispersas en multitud de cavernas, hasta los sofisticados medios gráficos de nuestros días, los cuales se pueden almacenar en un diminuto dispositivo electrónico.

A lo largo de los siglos el hombre ha utilizado distintos procedimientos gráficos y técnicas de representación en la elaboración de planos y gráficos, que han ido evolucionando progresivamente hasta nuestros días. Paralelamente a la evolución de las técnicas y procedimientos, el soporte utilizado ha corrido la misma suerte, hasta que el uso del papel se generalizó por todo el mundo.

El papel aunque ha sido el soporte primordial por excelencia, donde se ha plasmado y conservado la historia de la humanidad, también presenta algunos inconvenientes, como es su conservación. La falta de conservación ha propiciado un gran deterioro de los documentos gráficos y escritos elaborados por el hombre a lo largo de toda la historia. Con la llegada del nuevo siglo, la utilización del papel, como soporte escrito y gráfico, ha comenzado su decadencia en favor de los revolucionarios sistemas informáticos de dibujo, pero donde de verdad está siendo desplazado el papel es en el archivo y almacenamiento de datos y documentos, donde los sofisticados medios digitales se están generalizando a una velocidad asombrosa.

**Palabras clave:** Conservación, digitalización, planos, documentos, procedimientos gráficos

## Abstract

The appearance of the man in The Earth has been born witness among other things by graphical documents, which have evolved simultaneously that the own man. These documents go from the first cave, dispersed paintings in multitude of caverns, up to the sophisticated graphical means of our days, which can be stored in a tiny electronic device.

Throughout the centuries the man has used different graphical procedures and technologies of representation in the production of planes and graphs, which they have been evolving progressively even our days. Parallel to the evolution of the technologies and procedures, the used support has traversed the same luck, until the use of the paper was generalized all over the world.

The paper though it has been the basic excellent support, where it has taken form and preserved the history of the humanity, also presents some disadvantages, since it is his conservation. The lack of conservation has propitiated a great deterioration of the graphical documents and writings elaborated by the man along the whole history. With the arrival of the new century, the utilization of the paper, as written and graphical support, has begun his decadence in favor of the revolutionary IT systems of drawing, but where indeed the paper is being displaced it is in the file and storage of information and documents, where the sophisticated digital means are generalized to an amazing speed.

**Key words:** Conservation, digitalization, planes, documents, graphical procedures

Escuela Técnica

## 1. Introducción

Quizás si explicamos a nuestros alumnos las técnicas y procedimientos de elaboración y archivo de planos en los años 80, la mayoría las desconozca, a pesar de no haber pasado más de 30 años. Si nos explican a todos los presentes las técnicas, procedimientos, soportes y archivos de los planos a finales del siglo XIX y comienzos del XX lo entenderíamos perfectamente porque en 100 años veríamos normal que la tecnología haya evolucionado. Sin embargo podemos asegurar que el cambio producido con las nuevas tecnologías de la información y comunicación por redes sociales ha sido en los últimos 30 años, similar a los cambios acumulados en dos siglos de historia.

Por ello sería interesante conocer como empezó el hombre a comunicarse entre si y como dejó testimonios de la historia. En los inicios de las primeras civilizaciones no existían aún la escritura, sino gráficos, dibujos y símbolos y con ello bastaba para comunicarse y transmitir su pensamiento. Por ello la celebre proverbio chino "una imagen vale mas que mil palabras".

En esta comunicación se pretenderá dar una noción de la cronología y evolución de las técnicas y procedimientos gráficos utilizados por el hombre desde sus comienzos en el paleolítico hasta nuestros días, pasando por todos los periodos y momentos claves de la historia. Paralelamente a estas técnica y procedimientos se analizarán también los soportes utilizados para ello, en la elaboración de los dibujos, documentos gráficos y planos que han escrito la historia de la arquitectura e ingeniería a los largo de los años.

Finalmente queremos que el lector tome conciencia de la necesidad de conservación y archivo de documentos en general y planos en particular, pues sin ellos no existiría la historia. La necesidad de conservar y archivar los planos es vital para el conocimiento de la historia y para el avance de la investigación y desarrollo pues téngase presente que conservar planos y documentos gráficos requiere unas técnicas y procedimientos de archivo y conservación más rigurosos y complejos que los documentos escritos en general.

## 2. Objetivos

Con esta comunicación se pretenden desarrollar los siguientes objetivos:

- Analizar cronológicamente la evolución de las distintas técnicas gráficas y sistemas de representación que el hombre ha utilizado para plasmar sus dibujos, planos y documentos gráficos, centrándose en los ámbitos de la arquitectura e ingeniería.
- Paralelamente a lo anterior acercarnos al conocimiento de los soportes utilizados en documentos antiguos y más modernos, sobre todo el papel, analizando también su comportamiento ante los cambios bruscos que provocan su deterioro.
- Abordar la idea de la digitalización como instrumento eficaz para la preservación y accesibilidad.

## 3. Los documentos gráficos en la antigüedad. Mesopotamia, Egipto, Grecia y Roma.

Los primeros documentos gráficos desde la aparición del hombre son las pinturas rupestres, datan del periodo comprendido entre el paleolítico y el neolítico y en la mayoría de los casos escenifican tareas cotidianas de caza, figuras antropomorfas sin detalles corporales, figuras zoomorfas y también representaciones abstractas de círculos, líneas, cuadros y otras figuras geométricas que dan lugar a múltiples y variadas interpretaciones.

En España tenemos numerosas manifestaciones de este arte rupestre, como la escana de la Yegua Preñada en la Cueva de La Pileta en Benaolán (Málaga) (Fig. 1). Cuando los grafismos o pinturas son grabados sobre rocas reciben el nombre de petroglifos, más resistentes que el anterior y con menores factores de riesgo para su conservación, aquí en España existen también numerosos petroglifos con el de Castro de Santa Tecla, en el municipio de A Guarda (Pontevedra). (Fig. 2).

# EVOLUCIÓN CRONOLÓGICA DE LOS DOCUMENTOS GRÁFICOS Y SU CONSERVACIÓN

RINCÓN MILLÁN, M<sup>a</sup> Dolores<sup>1</sup>;

RINCÓN MILLÁN, Juan<sup>2</sup>

Departamento de Expresión Gráfica e Ingeniería en la Edificación Superior de Ingeniería de Edificación, Universidad de Sevilla

Sevilla, España

e-mail: lola\_rincon@us.es; jrincon@us.es

Escuela Técnica

## Resumen

La aparición del hombre en La Tierra se ha testimoniado entre otras cosas con documentos gráficos, los cuales han evolucionado a la vez que el propio hombre. Estos documentos van desde las primeras pinturas rupestres, dispersas en multitud de cavernas, hasta los sofisticados medios gráficos de nuestros días, los cuales se pueden almacenar en un diminuto dispositivo electrónico.

A lo largo de los siglos el hombre ha utilizado distintos procedimientos gráficos y técnicas de representación en la elaboración de planos y gráficos, que han ido evolucionando progresivamente hasta nuestros días. Paralelamente a la evolución de las técnicas y procedimientos, el soporte utilizado ha corrido la misma suerte, hasta que el uso del papel se generalizó por todo el mundo.

El papel aunque ha sido el soporte primordial por excelencia, donde se ha plasmado y conservado la historia de la humanidad, también presenta algunos inconvenientes, como es su conservación. La falta de conservación ha propiciado un gran deterioro de los documentos gráficos y escritos elaborados por el hombre a lo largo de toda la historia. Con la llegada del nuevo siglo, la utilización del papel, como soporte escrito y gráfico, ha comenzado su decadencia en favor de los revolucionarios sistemas informáticos de dibujo, pero donde de verdad está siendo desplazado el papel es en el archivo y almacenamiento de datos y documentos, donde los sofisticados medios digitales se están generalizando a una velocidad asombrosa.

**Palabras clave:** Conservación, digitalización, planos, documentos, procedimientos gráficos

## Abstract

The appearance of the man in The Earth has been born witness among other things by graphical documents, which have evolved simultaneously that the own man. These documents go from the first cave, dispersed paintings in multitude of caverns, up to the sophisticated graphical means of our days, which can be stored in a tiny electronic device.

Throughout the centuries the man has used different graphical procedures and technologies of representation in the production of planes and graphs, which they have been evolving progressively even our days. Parallel to the evolution of the technologies and procedures, the used support has traversed the same luck, until the use of the paper was generalized all over the world.

The paper though it has been the basic excellent support, where it has taken form and preserved the history of the humanity, also presents some disadvantages, since it is his conservation. The lack of conservation has propitiated a great deterioration of the graphical documents and writings elaborated by the man along the whole history. With the arrival of the new century, the utilization of the paper, as written and graphical support, has begun his decadence in favor of the revolutionary IT systems of drawing, but where indeed the paper is being displaced it is in the file and storage of information and documents, where the sophisticated digital means are generalized to an amazing speed.

**Key words:** Conservation, digitalization, planes, documents, graphical procedures

## 1. Introducción

Quizás si explicamos a nuestros alumnos las técnicas y procedimientos de elaboración y archivo de planos en los años 80, la mayoría las desconozca, a pesar de no haber pasado más de 30 años. Si nos explican a todos los presentes las técnicas, procedimientos, soportes y archivos de los planos a finales del siglo XIX y comienzos del XX lo entenderíamos perfectamente porque en 100 años veríamos normal que la tecnología haya evolucionado. Sin embargo podemos asegurar que el cambio producido con las nuevas tecnologías de la información y comunicación por redes sociales ha sido en los últimos 30 años, similar a los cambios acumulados en dos siglos de historia.

Por ello sería interesante conocer como empezó el hombre a comunicarse entre sí y como dejó testimonios de la historia. En los inicios de las primeras civilizaciones no existían aún la escritura, sino gráficos, dibujos y símbolos y con ello bastaba para comunicarse y transmitir su pensamiento. Por ello la celebre proverbio chino "una imagen vale mas que mil palabras".

En esta comunicación se pretenderá dar una noción de la cronología y evolución de las técnicas y procedimientos gráficos utilizados por el hombre desde sus comienzos en el paleolítico hasta nuestros días, pasando por todos los periodos y momentos claves de la historia. Paralelamente a estas técnica y procedimientos se analizarán también los soportes utilizados para ello, en la elaboración de los dibujos, documentos gráficos y planos que han escrito la historia de la arquitectura e ingeniería a los largo de los años.

Finalmente queremos que el lector tome conciencia de la necesidad de conservación y archivo de documentos en general y planos en particular, pues sin ellos no existiría la historia. La necesidad de conservar y archivar los planos es vital para el conocimiento de la historia y para el avance de la investigación y desarrollo pues téngase presente que conservar planos y documentos gráficos requiere unas técnicas y procedimientos de archivo y conservación más rigurosos y complejos que los documentos escritos en general.

## 2. Objetivos

Con esta comunicación se pretenden desarrollar los siguientes objetivos:

- Analizar cronológicamente la evolución de las distintas técnicas gráficas y sistemas de representación que el hombre ha utilizado para plasmar sus dibujos, planos y documentos gráficos, centrándose en los ámbitos de la arquitectura e ingeniería.
- Paralelamente a lo anterior acercarnos al conocimiento de los soportes utilizados en documentos antiguos y más modernos, sobre todo el papel, analizando también su comportamiento ante los cambios bruscos que provocan su deterioro.
- Abordar la idea de la digitalización como instrumento eficaz para la preservación y accesibilidad.

## 3. Los documentos gráficos en la antigüedad. Mesopotamia, Egipto, Grecia y Roma.

Los primeros documentos gráficos desde la aparición del hombre son las pinturas rupestres, datan del periodo comprendido entre el paleolítico y el neolítico y en la mayoría de los casos escenifican tareas cotidianas de caza, figuras antropomorfas sin detalles corporales, figuras zoomorfas y también representaciones abstractas de círculos, líneas, cuadros y otras figuras geométricas que dan lugar a múltiples y variadas interpretaciones.

En España tenemos numerosas manifestaciones de este arte rupestre, como la escena de la Yegua Preñada en la Cueva de La Pileta en Benaolán (Málaga) (Fig. 1). Cuando los grafismos o pinturas son grabados sobre rocas reciben el nombre de petroglifos, más resistentes que el anterior y con menores factores de riesgo para su conservación, aquí en España existen también numerosos petroglifos con el de Castro de Santa Tecla, en el municipio de A Guarda (Pontevedra). (Fig. 2).



Fig. 1. Petroglifo en Castro de Santa Tecla. A Guarda (Pontevedra)



Fig. 2. Yegua preñada en la Cueva de la Pileta Benaolán (Málaga)

En la antigüedad, los diversos pobladores de Mesopotamia y Egipto consiguieron un nivel cultural y técnico muy notable. De aquellas civilizaciones nos han llegado numerosas representaciones bidimensionales y también maquetas, entre ellas 30 estatuas del Patesi Gudea de Lagash. Una de ellas llamada El Arquitecto del Plano (2150-2125 a.c.) representa a este gobernante sumerio sentado sosteniendo una tablilla con un plano en las rodillas (Fig. 3). Este plano representa un recinto amurallado, pero con las torres abatidas hacia afuera. Este petroglifo está considerado el plano o representación gráfica más antigua donde se introduce conceptos de escala, proporciones e incluso geometría descriptiva pues el hecho de abatir las torres hacia afuera se supone que es para darle mayor comprensión al dibujo.



Fig. 3. Plano de mármol denominado *Forma Urbis Romae*



Fig. 4. Estatua del Patesi Gudea de Lagash llamada el Arquitecto del Plano

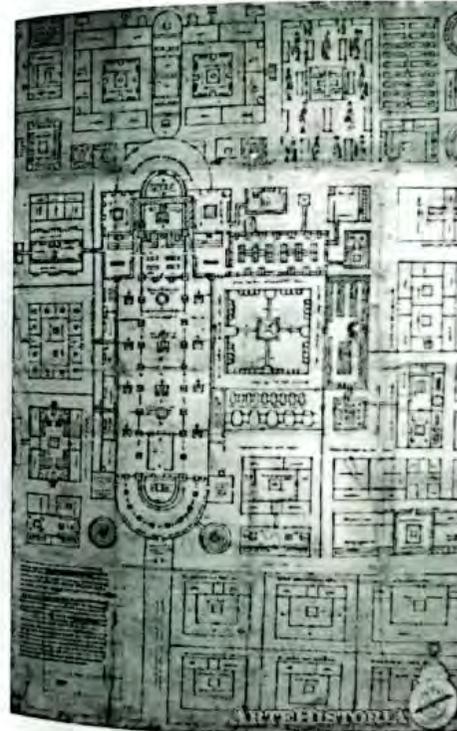
Mientras en Mesopotamia y Egipto la geometría tenía un carácter práctico para resolver problemas de agrimensura y construcción, en la antigua Grecia consiguió el nivel de auténtica ciencia, gracias a figuras como Tales de Mileto, Pitágoras, Euclides y Arquímedes.

De la civilización romana nos han llegado representaciones en plano muy interesantes como *Forma Urbis Romae*, un plano en mármol de dimensiones originales 18x13 m., de notable elegancia y precisión, que reproducía la planta de Roma (203-211 d.C.) en época del emperador Septimio Severo. El plano, realizado a escala aproximada 1: 240 y orientado con el norte hacia abajo, muestra un alto grado de detalle de los edificios, templos, termas e insulas e incluso algunos edificios llevan su nombre grabado, haciendo del mapa un documento excepcional donde ya se aprecian las técnicas de representación, escala, orientación y diseño similares a los que aplicamos actualmente. El plano, sin embargo, fue destruyéndose a lo largo de la Edad Media, siendo las placas de mármol reutilizadas como materiales constructivos, de modo que hoy en día sólo se conservan pequeños trozos del mapa, alrededor de un 10 por ciento del total, uno de ellos en la Fig. 4, se encuentra en el Museo Capitolino de Roma.

#### 4. Los documentos gráficos en la Edad Media

Durante la Edad Media, cuando en Europa aún no había llegado el papel, se utilizaba el pergamino, obtenido de la piel de animales como la oveja, la cabra o el asno, como soporte para dibujar y escribir. Con anterioridad al pergamino, se utilizaba el papiro que era un material más frágil e incómodo tanto para el copista como para el lector. El pergamino acabó sustituyendo al papiro, por sus ventajas materiales, por ser un soporte más fácil de conseguir que el papiro, mucho más duradero y de mejor calidad.

Pergamino se convirtió en la ciudad productora por excelencia, dando su nombre a este material. Cuando había que dibujar un plano de grandes dimensiones se usaban cuadriláteros de distintas pieles que se unían entre sí con costuras de hilo o cola. Este es el caso del plano más importantes de toda la época medieval, el plano del Monasterio de Saint Gall que se conserva en la biblioteca de esta localidad suiza (Fig. 5). Gracias a él podemos observar el proyecto de un monasterio realizado por los monjes sobre el año 825 en tinta roja, sobre cinco hojas de pergamino y rótulos en latín que indicaban el uso de las dependencias. Aunque el conjunto está representado en planta, ciertos elementos como los arcos del claustro están abatidos, con un criterio descriptivo análogo al caso anterior.



Con este plano podemos reconstruir idealmente el proyecto, que concebía al monasterio como una pequeña ciudad autosuficiente. Las construcciones se organizaban alrededor de la gran iglesia abacial, diseñada con planta basilical, dos absides y dos torres a los pies. Un ambicioso proyecto que no se llevó a cabo, pero sirvió como referencia para los arquitectos cistercienses del siglo XII.

Se conservan en varios Museos de Europa y el resto del mundo múltiples pergaminos de edificios, construcciones, máquinas industriales, mecanismos manuales y detalles arquitectónicos con una buena calidad de trazos y colores en magníficas condiciones de conservación.

Fig. 5. Plano del Monasterio de Saint Gall

#### 5. Los documentos gráficos en la Edad Moderna.

Se le denomina Edad Moderna a la tercera época de la Historia Universal, la comprendida entre el año 1453 con la toma de Constantinopla por los turcos, último baluarte del imperio Bizantino, hasta el año 1789, fecha en que estalló la Revolución Francesa.

La Edad Moderna, a pesar de su corta duración, fue la más sorprendente y brillante, en lo concerniente al progreso material e intelectual. El progreso artístico, literario y científico hace que se desarrollen notablemente las artes, las letras y las ciencias. Fueron pues los siglos XVI, XVII y XVIII, los que experimentaron un progreso

intelectual asombroso, especialmente en el campo de la topografía, la imprenta y sobre todo la aparición del papel. El papel proporcionó al hombre un soporte de fácil obtención, barato e idóneo para poder plasmar sus inquietudes y conocimientos y será al final de este periodo cuando se comience a utilizar el papel como soporte generalizado para todas las manifestaciones escritas y gráficas. El papel jugará un papel, y valga la redundancia, en la cultura y el arte similar a la máquina de vapor en el transporte.

La aparición del papel como soporte gráfico tuvo su aparición en China, en el siglo II d.C., pero no llegó a Europa hasta mil años más tarde, aunque ya en el siglo VIII los árabes lo fabricaban también. Con la llegada de los árabes a España, es muy probable que existieran molinos papeleros en ciudades como Córdoba, Sevilla, o Granada, aunque, como nos indica Joan Alonso [1], la ciudad que se identifica con la introducción del papel en Europa de manos de los árabes es Xátiva, hacia el año 1150. Esta ciudad estaba rodeada por varios ríos y abundantes manantiales, por lo que los árabes encontraron el agua necesaria y la materia prima ideal para la elaboración de esta manufactura. A partir del siglo XIII, los papeleros italianos le quitan protagonismo al papel de Xátiva introduciendo grandes avances técnicos, mejorando su producción y calidad. Tras Italia, el papel se introdujo en otros países como Francia o Alemania, llegando en el siglo XV a instalarse molinos papeleros por todo Centroeuropa.

Las artes escénicas, la arquitectura, la escultura y la pintura tendrán su apogeo sobre todo en Italia. Al arquitecto renacentista Filippo Brunelleschi se le considera el padre de la perspectiva cónica. También contribuyó a las leyes y técnicas de la perspectiva el arquitecto León Battista Alberti y el pintor Piero della Francesca.

La perspectiva axonométrica no se concretó como tal hasta el siglo

XIX, aunque a partir del siglo XVI ya abundan los dibujos axonométricos, logrados mediante el mantenimiento del paralelismo de las rectas y la conservación de las proporciones. Leonardo Da Vinci, el polifacético artista del Renacimiento, fue uno de los que más lo utilizó, como el caso de la Fig. 6 que pertenece al Códice Madrid y muestra un ingenio mecánico dibujado en axonometría, con recursos de claroscuros para lograr un mayor realce y expresividad.

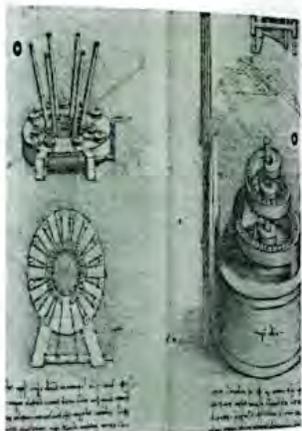


Fig. 6. Ingenio mecánico de Leonardo da Vinci incluido en el Códice Madrid

La imprenta moderna apareció a mitad del siglo XV y revolución todas las artes y ciencias pues permitía la divulgación del conocimiento científico, técnico y artístico. Los libros de contenido técnico verían en este invento un gran progreso y divulgación, permitiendo la inserción de gráficos y grabados. Como ejemplo observamos un gráfico perteneciente a la colección de *Los veintidós libros de los ingenios y las máquinas*, (Fig. 7) atribuidos al cartógrafo e ingeniero aragonés Pedro Juan de Lastanosa, donde describe gráficamente las partes de un molino de viento para moler grano. A la izquierda la cabeza del niño que sopla representa el viento. En la representación se usan técnicas de perspectiva y texturas que dan al conjunto una realidad y comprensión extraordinaria.

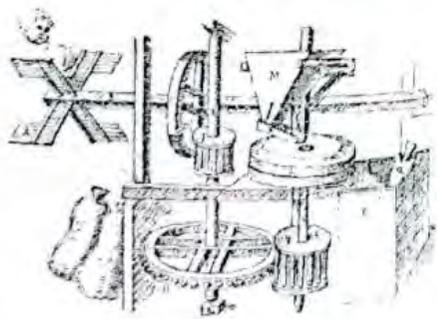


Fig. 7. Gráfico de molino de viento

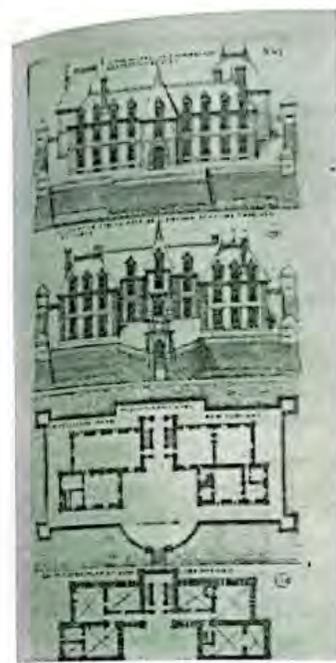


Fig. 8. Palacio residencial diseñado por Jacques Androuet

También se ilustra un dibujo del arquitecto y grabador francés Jacques Androuet du Cerceau, más conocido incluso por sus grabados que como arquitecto en ejercicio, y en la actualidad nada se conserva de lo que nos consta que construyera. Resulta una fuente fundamental para el arte francés, siendo su obra un importante repertorio tanto de plantas y alzados de edificios, como de todo tipo de decoración arquitectónica y para mobiliario. En el "Livre d'Architecture", publicado en 1559, Jacques Androuet du Cerceau se ocupa del diseño de viviendas urbanas, tema apenas tratado hasta entonces. En la figura 8 diseña un Palacio donde aparece la planta inferior seccionada y permite ver la distribución interior. En la parte superior aparece una perspectiva axonométrica de las dos fachadas principales, obtenida proyectando en una dirección oblicua de perfil, de manera que no se ve ninguna de las fachadas laterales. Sin embargo el dibujo es suficientemente expresivo y explica claramente el diseño y distribución del edificio.

La técnica de la perspectiva militar también tendrá sus inicios en esta época, concretamente a principios del siglo XVII. En lo concerniente a la representación del territorio, los ingenieros militares han sido tradicionalmente los encargados de confeccionar los mapas, por razones estratégicas.

La utilización de la artillería modificó los métodos de ataque y defensa, y al mismo tiempo la disposición y naturaleza de las murallas de protección de las poblaciones y castillos. La cartografía, se fue perfeccionando y evolucionando hasta conseguir niveles muy altos de concreción gráfica y precisión, en buena parte gracias al perfeccionamiento de los instrumentos topográficos. A partir del siglo XVII, las nuevas necesidades de fortificación fueron acompañadas de un notable desarrollo gráfico, con la perspectiva militar se lograba obtener perspectivas partiendo directamente de una planta y tomando alturas proporcionales a las magnitudes reales.

El francés Sebastien le Prestre Vauban, arquitecto e ingeniero militar organizó a los diferentes tipos de ingenieros militares y bajo su dirección elaboraron múltiples planos de ciudades y fortificaciones utilizando la técnica de la perspectiva militar.



Fig. 9. Mapa en perspectiva militar de la ciudad de Madrid de Frederic de Wit. Año 1635

La figura 9 ilustra el primer plano completo de Madrid que se conoce, atribuido tradicionalmente a Frederic de Wit, miembro de una familia de impresores holandeses, alrededor de 1635. Investigaciones posteriores ponen en duda esa autoría, asegurando que fue dibujado por Juan Gómez de Mora, coloreado por Antonio Marceli y finalmente grabado por Wit; la fecha, además, se retrasa hasta 1622. Se trata de una vista global de la ciudad dibujada en perspectiva militar a una escala original de 1:6.000, y recoge, aunque con algunas inexactitudes, todos los edificios de cada una de las manzanas. Se hicieron en su época varias copias del mismo. El plano, en su parte superior, lleva la inscripción "La Villa de Madrid, corte de los Reyes Católicos de España", y, en la inferior, inserta una leyenda con la localización de las principales iglesias, monasterios y conventos, palacios, edificios públicos, calles, plazas y fuentes de la villa. Un plano de extraordinaria belleza, comprensión y exactitud para su época.

Paralelamente a las nuevas técnicas gráficas y los procedimientos de representación desarrollados durante toda la Edad Moderna, el uso del papel como soporte continuaría evolucionando en cuanto al incremento de su producción y distribución, en cuanto a la mejora de su calidad y en cuanto a la aparición de nuevos tipos. Según Hidalgo Brinquis [2], entre otros autores, durante el siglo XVII el papel se convierte en materia indispensable tanto en la vida administrativa como en la cotidiana, así como en instituciones eclesiásticas. Es tal la preocupación por la escasez de papel, que el propio Rey Felipe IV, solicita al Rector de la Universidad de Salamanca la construcción de molinos papeleros, para mejorar y abaratar los costes de la impresión de libros y documentos.

A mediados del siglo XVII, los holandeses dieron un avance decisivo en la fabricación del papel. Para la trituración de trapos inventan la "máquina refinadora de cilindro", que es conocida bajo el nombre de "pila holandesa" (Fig. 10). El invento consistía en un recipiente, de forma ovalada, fabricado de hierro fundido y dotado de un cilindro giratorio con cuchillas de hierro.

La primera referencia del uso de ésta máquina en España, data de 1764 en una fábrica de Alcoy (Alicante), aunque su instalación definitiva se hizo algunos años más tarde. Las ventajas de esta nueva técnica eran considerables, ya que el proceso de fabricación era más rápido y se economizaba personal y espacio, además el papel elaborado tenía una textura mucho más homogénea, facilitando la escritura y los sistemas de impresión.

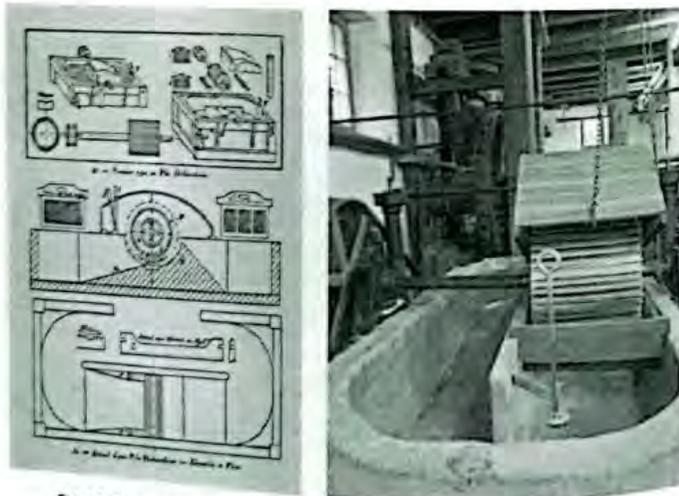


Fig. 10. Pila Holandesa y esquema de su funcionamiento

Durante el siglo XVIII, y gracias a medidas políticas y económicas, se consigue una mejor calidad de papel, destacando Cataluña y Valencia como principales productores y manteniendo esta hegemonía hasta casi mediados del siglo XIX.

## 6. Los documentos gráficos en la Edad Contemporánea.

Como hemos visto anteriormente, en el siglo XVIII se reactiva la industria papelera, y con ello se comienzan a fabricar en España distintos tipos de papel de una calidad que competía con los fabricados en Génova, Francia y Holanda. Se emplean trapos de color en su fabricación, sometidos a procesos de blanqueado mediante el empleo de productos clorados; de otro lado, los aprestos naturales fueron sustituidos por otros de tipo químico como el alumbre, lo que dio lugar a un tipo de papel más ácido y de fibra menos resistente, lo que redundó en perjuicio de su estabilidad.

Aunque en arquitectura e ingeniería se había avanzado bastante en el papel como soporte novedoso, en técnicas de representación gráfica y en el uso de nuevos colores y tintas, se había hecho más bien desde una perspectiva artística y de poco rigor técnico.

A principios del siglo XVII se inicia un proceso de escisión entre hecho artístico y perspectiva, que ahora se convierte en objeto de investigación matemática, a cuyo término se crea la geometría descriptiva y la geometría proyectiva. El matemático francés Gaspard Monge inventa y crea una nueva ciencia para la representación gráfica: *La Geometría Descriptiva*. Esta ciencia tiene por objeto establecer normas y propiedades en virtud de las cuales se pueden representar los cuerpos que tienen tres dimensiones sobre una superficie que tiene dos, aplicando un nuevo y novedoso sistema de representación: El Sistema Diédrico. Este sistema ya no dependerá, como hasta la fecha, de la subjetividad del autor, de su destreza, habilidades artísticas o personalidad, sino que será un sistema basado en principios científicos y de total rigurosidad técnica. Gaspard Monge sería el primer estudioso de la perspectiva, que solucionó gráficamente y por primera vez, transformaciones geométricas que hasta entonces sólo se habían resuelto por medios matemáticos y no gráficos.

La importancia de este sistema de proyección radica en ser la base del diseño de arquitectura e ingeniería en nuestros días. Estas disciplinas encuentran en el Sistema Diédrico el rigor métrico y representativo necesario que permita la perfecta definición de formas, a diferencia de los métodos perspectivos cuya finalidad estaba más cercana a la imitación de la percepción visual humana sin más. Quizás la principal dificultad del Sistema Diédrico reside en que, para interpretarlo o utilizarlo, se precise una formación geométrica aceptable que permita relacionar las diferentes proyecciones entre sí e imaginar entonces el objeto representado.

A principios del siglo pasado los sistemas y procedimientos de representación en geometría plana y perspectivas estaban totalmente desarrolladas y se conocían perfectamente sus fundamentos y aplicaciones. Los planos se delineaban a lápiz y se terminaban a tinta, con métodos y procedimientos totalmente manuales, utilizando para ello papeles transparentes que permitían el copiado y archivo de los mismos. Los planos tenían cierta dosis artística, la destreza y habilidades del dibujante eran una componente más del dibujo técnico, pues la simbología, rótulos, texturas, sombras, etc. tenían un carácter totalmente manual y la mayor o menor destreza y técnica del dibujante los hacían más o menos bellos, legibles e interpretables. En la foto de la fig. 11, correspondiente a un viaducto del trazado ferroviario Jerez-Almargen, se puede apreciar el carácter manual y artístico del plano que no le quita para nada rigor y precisión técnica. Ya posteriormente a finales del siglo pasado el carácter excesivamente manual fue aminorando al introducirse el uso de tramas y transfer para texturas, símbolos y letras, dando a los planos un carácter ya totalmente técnico y con menor dependencia de la mano del dibujante.



Fig. 11. Fotografía del Plano del viaducto del trazado ferroviario Jerez-Almargen

también papel fundamental su posterior conservación y archivo, pues cualquier proyecto generaba una cantidad importante de ellos. La conservación y archivo se hacía en armarios o planeros, donde se archivaban, perfectamente identificados, en posición horizontal o vertical y estaban protegidos de la luz y la humedad. Estos planeros, como podemos imaginar, necesitaban de importantes espacios. A título curioso, los planos que se archivaban hace 25 años en 10 armarios o planeros situados en un habitáculo de 10 m<sup>2</sup>, se hacían en los años 90 en varias cajas de diskettes de 5 1/4, en los años 95 en un par de cajas de diskettes de 3 1/2 y actualmente en un pendrive que pesa 10 gramos y cabe en un bolsillo, algo increíblemente 25 años.

El proceso y tecnología manual en la elaboración de documentos gráficos se ha mantenido de forma homogénea durante todo el siglo XX, aunque gradualmente se incorporaron nuevos útiles de dibujo, novedosos materiales auxiliares, mejoras en los espacios de trabajo y nuevas técnicas gráficas que facilitaban y aligeraban notablemente el tiempo y calidad de los trabajos.

En los años 50 del siglo XX aparecen los primeros ordenadores, aunque en principio éstos tienen escasa capacidad y bajas prestaciones que no permiten su uso en la elaboración de planos. Posteriormente en los años 60 aparecen los primeros ordenadores comerciales, únicamente al alcance de grandes empresas o instituciones de investigación debido a su elevado coste, que estaban destinados más bien a tareas de contabilidad, transcripción de textos, elaboración de base de datos, cálculos matemáticos y otros sencillos cometidos, pero no abordaban el diseño gráfico, la elaboración de planos y cálculos técnicos relacionados con la arquitectura e ingeniería.

Conforme aparecen nuevos fabricantes, nuevas aplicaciones informáticas y los costes de comercialización bajan, el uso y adquisición de ordenadores se extiende a todos los sectores de la sociedad. En los años 70 aparecen los primeros programas de dibujo, muy embrionarios, que se limitaban a la generación de dibujos mediante un proceso similar a su realización a mano. Nace por entonces la primera empresa que aborda el estudio, concepción y elaboración de gráficos y dibujos llamada entonces M&S Computing, y que más tarde pasará a llamarse Intergraph.

En la década de los 80 se verán ya avances importantes en hardware y software y, en particular, en modelado sólido. En 1982 nace Autodesk lanzando al mercado una versión 2D del hoy conocido AutoCAD, que permitía el dibujo asistido por ordenador a grandes empresas e instituciones. A finales de los 90, Autocad era el programa de diseño gráfico más difundido en el mundo, aunque su manejo, comercialización y popularidad se retrasa hasta 1995, hace menos de 20 años. A partir de aquí se produce una verdadera revolución en este campo, con la aparición de nuevos programas y empresas comercializadoras que además de mejorar las prestaciones y versatilidad de los programas han conseguido bajar el coste a niveles populares. Aunque aparecieron otros programas de CAD como Archicad, All plan, Turbocad, Autocad siguió siendo durante el resto del siglo XX el programa de CAD por excelencia. Fácil de usar, potente, versátil y siempre en continua evolución y mejora. La última versión del programa en el siglo pasado sería Autocad-2000.

En 1997 aparece Revit, que constituye el primer sistema de modelización paramétrica en 3D para el sector de la construcción. Con este sistema de parametrización, no es necesario realizar correcciones en los planos, como consecuencia de cualquier cambio en el diseño, sino que dichas correcciones las realiza automáticamente el sistema. Los beneficios del diseño paramétrico son múltiples. En primer lugar, es posible comenzar el proceso de diseño partiendo de bocetos poco detallados o dibujados habitualmente a *mano alzada*. Otra ventaja importante es la posibilidad de interrelacionar las dimensiones mediante ecuaciones, con lo cual cualquier modificación en un elemento del diseño provoca automáticamente las modificaciones en el resto de elementos interrelacionados con el primero, y todas las modificaciones se reflejan en todos los documentos de proyecto.

La evolución en los programas de CAD en el nuevo siglo XXI, ha sido desorbitante y su análisis daría lugar a un nuevo lenguaje gráfico. Desde el año 2000 han aparecido múltiples programas de CAD para distintos sistemas operativos, con requerimientos y prestaciones adaptadas especialmente para arquitectura y a las distintas ramas de ingeniería e incluso versiones educacionales lo que ha hecho que el dibujo y elaboración tradicional de planos pase a ser una auténtica desconocida.

## 7. La conservación de los documentos gráficos.

De todos es sabido que la buena conservación de un documento lo puede hacer permanecer en el tiempo, y que existen una serie de agentes externos que si no se conocen y no se controlan pueden llegar a deteriorarlo o incluso a destruirlo. Cuando nos referimos a la conservación de documentos gráficos nos referimos a su soporte y concretamente al papel, pues los soportes anteriores como los pergaminos o papiros al tener tanta antigüedad

y por tanto valor histórico, están su mayoría en manos de Museos, centros culturales y especialistas que conocen perfectamente las técnicas de conservación.

Para prevenir y controlar la conservación de documentos en papel es importante conocer los agentes externos que pueden influir en él, cuya simple presencia puede resultar perjudicial, como la contaminación atmosférica, temperatura, humedad, contaminación biológica, luz, e incluso la incorrecta manipulación del documento. Es lo que, Vergara Peris (3), describe como conservación preventiva. Hay muchos autores que analizan y desarrollan el impacto de estos agentes, y en este sentido la UNESCO (4) ha realizado un estudio bastante completo sobre la conservación y restauración de mapas y planos.

### La contaminación atmosférica

La contaminación atmosférica viene determinada por distintos productos resultantes de procesos industriales o naturales, los cuales motivan el deterioro del medio ambiente. La atmósfera además de estar compuesta por los elementos que son necesarios para el desarrollo de nuestra vida, también contiene elementos químicos e impurezas que causan graves daños a nuestros documentos, entre ellos podemos destacar el anhídrido carbónico y el anhídrido sulfúrico, que en presencia de partículas metálicas y agua forman el ácido sulfúrico, efecto por el cual las tintas degradan el papel.

Para controlar estos agentes atmosféricos, se deben utilizar sistemas de filtrado del aire que impidan el acceso al interior de los locales. También podemos controlar la calidad del aire manteniendo la zona ventilada en aquellas áreas donde se encuentren documentos archivados.

### Temperatura y humedad

El exceso de humedad y alta temperatura acelera los procesos de degradación del papel y favorece el desarrollo de microorganismos. Por ello, cuando se trata de establecer un control climático, hay que hacerlo atendiendo a estos dos factores que no se pueden anular ni separar, teniendo en cuenta que la opción más óptima es mantenerlos dentro de unos límites controlados, donde el daño que ocasionen sea el mínimo. Estos límites serán los que determinan lo que se denomina como clima óptimo, caracterizado por la ausencia de oscilaciones. Las normas establecidas, de temperatura y humedad, son aproximadamente entre los 15° a los 25° y de 50 a 60% de HR (Humedad Relativa), no debiendo ser inferiores o superiores estas cantidades para evitar posibles alteraciones perjudiciales para la conservación del papel.

### Contaminación biológica

Uno de los grandes problemas que influye en el deterioro del papel es la contaminación biológica: la aparición de insectos, hongos y bacterias, llamados de forma general *bibliófagos* (organismos que se alimentan de papel). Hay muchos factores que influyen en la creación de un microclima donde proliferan estos bibliófagos, como pueden ser: temperatura inadecuada, escasa ventilación, suciedad y polvo, inexistencia de tratamientos preventivos, etc.

Es frecuente, que cierto tipo de documentos (nos referimos a mapas y planos), se exhiban o expongan en cuadros en contacto directo con el cristal de protección, por lo que cuando se produce una condensación de agua sobre ese cristal y debido a una bajada de temperatura, el agua ablanda el papel y sus aditivos y lo convierte en un medio de cultivo para el desarrollo de colonias de microorganismos que ocasionan daños severos. Como ejemplo de ello, observamos el plano de la fig. 12 que corresponde a uno de los planos de la Iglesia de San Juan de Eceja (Sevilla), diseñados por Ignacio de Tomás en 1792. El proyecto completo consta de 3 planos (planta, alzado y sección transversal y longitudinal) y actualmente se encuentran en el archivo de la Iglesia.

Según información obtenida en el propio archivo, los planos han estado durante mucho tiempo expuestos en la propia Iglesia, enmarcados en cuadros con cristal de protección. Esto ha producido las manchas de humedad observadas y el deterioro del papel, como consecuencia de la reacción descrita en el párrafo anterior.

### Contaminación lumínica

Otro agente, no menos importante, es el efecto de la luz, sobre todo, en documentos que se muestran exhibidos. Las lámparas de iluminación mal instaladas pueden llegar a deshidratar, amarillear y deformar el papel. Este efecto también podemos observarlo en la fig. 12.

Tanto si la iluminación es natural como eléctrica, es recomendable que la luz no incida directamente sobre el documento expuesto. Los expertos aconsejan que para dibujos y manuscritos se use una iluminación con una intensidad de 50 lux y un tiempo de exposición máximo de 90 días.

### Incorrecta manipulación

Esta causa de degradación de los documentos en papel, viene determinada por la acción que ejerce el hombre, directa o indirectamente, ya sea por defecto de manipulación o como consecuencia de una mala conservación. Es muy difícil controlar la correcta manipulación de muchos documentos, sobre todo de aquellos que sufren la constante demanda de los investigadores, y que hacen uso de ellos constantemente. En la mayoría de los casos los accidentes típicos son los desprendimientos de pequeñas zonas desgarros, arrugas, deformaciones, etc.

Siguiendo con los planos de la Iglesia de San Juan de Écija, en la fig. 13, vemos otro de los planos mencionados anteriormente, el alzado y la sección transversal. En él podemos observar, en la zona ampliada, los daños sufridos debidos seguramente a una incorrecta manipulación. También presenta manchas de humedad, partes desprendidas, color amarillento y desgarros.



Fig. 12. Plano de 1792 - Planta de la Iglesia de San Juan en Écija (Sevilla),

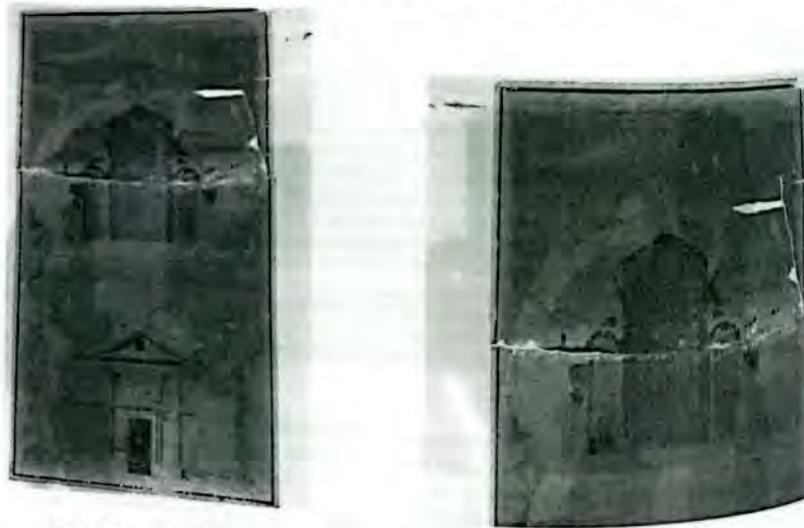


Fig. 13. Plano de 1792 - Alzado y sección transversal de la Iglesia de San Juan en Écija (Sevilla).

### 8. La digitalización como medida preventiva

Como ya hemos comentado, el acto de conservar y preservar un documento ha ido evolucionando a lo largo del tiempo, por lo que el concepto de digitalización como herramienta para la conservación de documentos, ha ofrecido una gran ventaja en la labor archivística.

Podemos admitir que, como afirma Munilla [5], actualmente, hay parte del fondo archivístico de nuestro país que no se puede consultar, por los problemas inherentes a la manipulación de los mismos, y es evidente que todo aquello que no puede ser consultado no se puede integrar en la tarea investigadora, y en consecuencia en su difusión.

Es por esto, que las nuevas tecnologías ofrecen soluciones que nos permiten consultar documentos de difícil acceso, mediante la digitalización.

El proceso de digitalización de documentos consiste en convertir registros físicos, como texto e imágenes en formatos digitales. En el caso específico de digitalizar documentos con origen en formato papel el proceso a realizar es el siguiente:

- Captura con escáner del documento físico.
- Indexado de la información extraída del documento.
- Almacenamiento del documento y la información asociada para una posterior búsqueda.

La digitalización, como medida preventiva para conservar y preservar documentos antiguos ofrece multitud de ventajas, destacando las siguientes:

- La información en copias digitales se puede utilizar como referencia inmediata sin manipular directamente las fuentes originales, por lo que se limita el acceso físico a los documentos originales.
- El investigador tiene la posibilidad de acceder desde un lugar remoto a la información en formato digital.

Además, debe existir una constante actualización tecnológica con el fin de conocer los nuevos equipos y programas que aparecen en el mercado para asegurar la migración de la información digitalizada.

El propósito de la digitalización, además de favorecer la consulta de documentos, es conseguir que las fuentes originales se mantengan en buen estado de conservación como medida preventiva.

### 9. Resultados y Conclusiones

A lo largo de esta comunicación hemos tratado de hacer una breve descripción de cómo el hombre, desde su aparición, ha ido evolucionando en el uso de los soportes, técnicas gráficas y conservación de documentos y planos.

El lector debe valorar y tomar conciencia de que esta evolución ha sido ligeramente progresiva hasta mediados del siglo pasado, pero que a partir de entonces la sociedad, la tecnología y la ciencia han cambiado radicalmente el mundo y la sociedad, para lo bueno y también para lo malo. En esta evolución y progreso no han quedado atrás las técnicas gráficas, los procedimientos de dibujo y las técnicas de conservación y archivo de planos y documentos gráficos.

El papel, desde su aparición, ha ido cambiando en cuanto a características físicas para mejorar su calidad y estabilidad, así como su permanencia en el tiempo. Actualmente, aunque la mayoría de documentos y planos que se realizan mediante medios informáticos podemos visualizarlos y leerlos en nuestros monitores, el análisis en papel a veces, es necesario, ya que la pantalla de un ordenador no refleja siempre la realidad del color, tamaño o forma.

Es por ello, que aunque tratamos de minimizar la impresión de documentos para evitar la degradación ambiental, el uso del papel sigue siendo necesario. De ahí que la conservación como medida preventiva sea una tarea fundamental para que estos documentos en papel permanezcan en el tiempo. Paralelamente la digitalización o informatización de estos documentos se presenta como una opción importante para prevenir su deterioro.

La digitalización tiene varias ventajas como son evitar la manipulación directa de los originales, facilitar el acceso a la información por un gran número de usuarios y reducir el espacio de almacenamiento, una cuestión esta importante.

## 10. Citas y Referencias bibliográficas

- [1] ALONSO LLORCA, Joan. Aspectos técnicos e históricos de la fabricación del papel en Xátiva. AA.VV. *Actas de la reunión de estudio sobre el papel hispanoárabe. Xátiva, 21-29 octubre 2009*. Valencia: Instituto valenciano de Restauración y Conservación de bienes culturales, 2011.
- [2] HIDALGO BRINQUIS, M<sup>a</sup> Carmen. La fabricación del papel en España e Hispanoamérica en el XVII.. En AA.VV. *Actas V Jornadas Científicas sobre Documentación en España e Indias en el siglo XVII*. Madrid 2006. Universidad Complutense de Madrid, 2006.
- [3] VERGARA PERIS, José. *Conservación y Restauración de material cultural en archivos y bibliotecas*. Valencia: Generalitat Valenciana, 2002
- [4] SERRANO RIVAS, Andrés; BARBACHANO SAN-MILLÁN, Pedro. *Conservación y Restauración de mapas y planos, y sus reproducciones: un estudio del RAMP*. Programa General de Información de UNISIST. París: UNESCO, 1987
- [5] VIVES, Josep; ALBERCH, Ramón; y otros. *Digitalización del Patrimonio: archivos, bibliotecas y museos en la red*. Barcelona: UOC, 2009.
- [6] DE LA LANDE, Jerome. *Arte de hacer papel según se practica en Francia y Holanda, en la China en el Japón*. Traducido por Suarez y Núñez, D. Miguel Jerónimo. Madrid, 1778.
- [7] VILLANUEVA, Lluís; MESTRES, Jordi; LLABOT, Merce. *Dibujo Técnico I*. Madrid, Anaya, 2008
- [8] STEELE, James. *Arquitectura y revolución digital*. 1<sup>o</sup> edición, Barcelona, Gustavo Gili, 2001.
- [9] SAINZ, Jorge. *El Dibujo de Arquitectura*. Madrid, Nerea, 1990.
- [10] VALDEON, Julio; PEREZ, Joseph; SANTOS, Julia. *Historia de España*. Madrid, Austral, 2007
- [11] RINCON MILLAN, Juan. Tesis doctoral "La antigua línea de ferrocarril Jérez-Almargen. Su reconversión en Camino Natural". Sevilla, 2013
- [12] Asociación Hispánica de Historiadores de Papel (AHHP). Web: <http://www.ahhp.es>
- [13] Real Academia de las Bellas Artes de San Fernando (RABASF). Web: <http://www.realacademiabellasartessanfernando.com>
- [14] Plataforma amigos Cueva de la Pileta. Web: <http://www.cuevadepileta.org/>
- [15] Turismo de Galicia. Web: <http://www.turgalicia.es/petroglifos>
- [16] Archidiócesis de Sevilla. Archivo Parroquial de la Parroquia de San Gil y San Juan Bautista de Écija. 2013