

LA FOTOGRAFÍA MÉTRICA NO INTERPRETADA: UNA POTENTE HERRAMIENTA PARA LA PUESTA EN VALOR DEL PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO EN LA CAPILLA REAL DE LA CATEDRAL DE SEVILLA

Not interpreted metric photography: a tool for enhancement of archaeological heritage in the royal chapel of Seville Cathedral

Gabriel Granado Castro. Dpto. Ingeniería Gráfica Universidad de Sevilla

Joaquín Aguilar Camacho. Dpto. Ingeniería Gráfica Universidad de Sevilla

Fco. Ramón Lozano Martínez. Dpto. Ingeniería Gráfica Universidad de Sevilla

RESUMEN

Aun siendo en la actualidad una alternativa de documento gráfico poco extendida, la fotografía métrica, por su naturaleza, nos ofrece un medio directo de representación patrimonial, incrementando significativamente el valor documental de un registro gráfico, pues va más allá de la mera información geométrica.

En efecto, este tipo de documentación a la vez que permite prescindir de la subjetividad interpretativa inherente a los productos gráficos obtenidos tradicionalmente de forma derivada a partir del empleo de la fotogrametría, minimiza la pérdida de información gráfica en el proceso de documentación, aportando otros aspectos esenciales para la correcta interpretación del elemento a documentar.

Este artículo pone de manifiesto la potencialidad, las ventajas y las aplicaciones ulteriores de la fotogrametría, en su estado puro y natural, como una alternativa más de documentación gráfica del patrimonio en general y, en particular, de un campo, la arqueología, que precisa emprender, sin más dilación, el salto definitivo a las técnicas de registro gráfico más avanzadas.

Como paradigma de lo expuesto los autores presentan el resultado de sus trabajos de documentación gráfica llevados a cabo bajo la experimentación de esta modalidad de registro gráfico aplicada a la intervención arqueológica desarrollada, hace ahora un año de su finalización, en la Capilla Real de la S.M.P. Catedral de Sevilla con motivo de la sustitución de su solería.

Palabras Clave:

Fotogrametría, patrimonio arqueológico, documentación gráfica

1. INTRODUCCIÓN

Si resulta indiscutible el papel que ha jugado la fotografía en la Historia Moderna de la documentación universal, también lo es la aplicación de la fotografía métrica a la documentación gráfica patrimonial, más conocida como fotogrametría, técnica que viene utilizándose a estos fines desde hace algunas décadas, con logros suficientemente contrastados.

No obstante, el empleo de esta técnica de registro gráfico en la documentación patrimonial, muy particularmente en su modalidad monoscópica¹, se ha realizado en

numerosas ocasiones de forma residual a partir de la reproducción interpretada de una fotografía métrica, en tanto que su aplicación ha tenido principalmente como fin último la obtención de dibujos o planos bidimensionales a escala, fundamentalmente en las labores de documentación patrimonial desarrolladas hasta hace algo menos de una década. Un claro testimonio de ello es la definición que de la fotogrametría realizó a finales del pasado siglo Antonio Almagro, un referente nacional en técnicas de documentación gráfica aplicadas al patrimonio: “La fotogrametría consiste básicamente en realizar las mediciones y los dibujos correspondientes a partir de fotografías del objeto que se desea medir y documentar” (1).

Los trabajos arqueológicos llevados a cabo en la S.P.M. Catedral de Sevilla, a raíz de la intervención desarrollada en la Capilla Real de este majestuoso templo para la sustitución

¹ Dentro de las modalidades en las que fotogrametría puede ser aplicada, podemos diferenciar entre la fotogrametría monoscópica –empleando registros de imágenes independientes– y la fotogrametría estereoscópica o estereofotogrametría –uso de pares de fotogramas con solape–.

ción de su solería, en avanzado estado de deterioro, han servido de base y estímulo para abordar el reto de aplicar la fotografía métrica, en su estado primigenio y natural, como una alternativa más de registro y documentación gráfica del patrimonio arqueológico, poniéndola a su servicio, para la obtención de documentos gráficos con un verdadero valor científico.

Concretamente, la búsqueda de una alternativa a las técnicas habituales y tradicionales de registro gráfico en arqueología para documentar perfiles estratigráficos constituye la base de la metodología de trabajo desarrollada, fruto de la propia necesidad y experiencia, basada en los actuales avances en este campo.

Este artículo muestra también como el desarrollo de esta metodología de trabajo, en combinación con la técnica de fotogrametría de objeto cercano, ha permitido documentar gráficamente, con una mayor riqueza de información que las detalladas representaciones gráficas tradicionales, restos arqueológicos de solerías y cimentaciones aflorados en la intervención.

2. EL DIBUJO TRADICIONAL EN ARQUEOLOGÍA

Dentro del contexto de la documentación gráfica del patrimonio arqueológico, es interesante analizar el extendido uso, aún hoy, de herramientas y técnicas de registro gráfico de carácter elemental, que en numerosas ocasiones se materializan en el mero croquis artesanal y que, en la última década, gracias a la universalización de la representación asistida por ordenador, se ha tratado de impregnar de un cierto toque de rigor con la digitalización de las representaciones

Así, el arqueólogo director de la excavación o algún miembro de su equipo, procede a dibujar sobre un soporte escalado –papel milimetrado

o de cuadrícula- un croquis del elemento arqueológico hallado, en el que se representan, de una manera muy aproximada, las líneas de contorno e interfases² que, a su juicio y bajo su percepción arqueológica en ese instante, mejor representan la geometría del objeto a documentar. Además, dentro del proceso de documentación tradicional, es esencial identificar con la mayor exactitud posible la localización del hallazgo, para lo que el mencionado croquis se referencia al resto de elementos arqueológicos o constructivos del yacimiento y se dota de una pseudo-escala a base de tomar medidas, distancias y alturas a puntos de referencia distribuidos por el yacimiento, con unos medios –cinta métrica, flexómetros y jalones- y unos procedimientos que determinan un rigor métrico más que cuestionable.

Este procedimiento descrito de documentación gráfica, ampliamente difundido entre el colectivo de arqueólogos, suele concluir adjuntando al croquis delineado en papel milimetrado una serie de capturas fotográficas del elemento, tomadas desde diferentes ángulos. También resulta frecuente, proceder en una fase posterior de gabinete a la delimitación digitalizada de los croquis obtenidos en campo, al objeto de mejorar su presentación, con ayuda de alguna herramienta de CAD.

Esta técnica de representación, si bien tiene como principales venta-

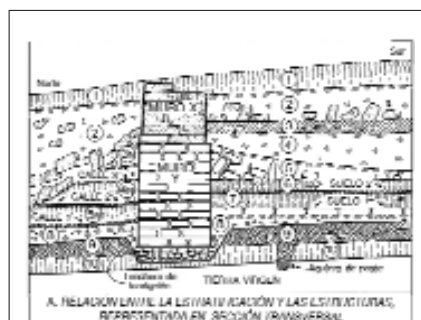


Fig. 1: Croquis de una sección estratigráfica elaborado con la metodología tradicional. Fuente: De Wheeler, 1954 (2)

² Línea divisoria entre las distintas superficies o volúmenes arqueológicos

jas su sencillez y bajo coste de ejecución, plantea una serie de inconvenientes que dan lugar a un producto gráfico limitado, en cuanto a su naturaleza como documento científico, y que seguidamente analizamos:

Subjetividad de interpretación.- Efectivamente ésta es la principal y más importante limitación que encontramos, por encima incluso de la falta de rigor métrico. Así la ineludible exigencia de una interpretación previa, e incluso simultánea al proceso de representación y documentación de un elemento arqueológico por parte del profesional que va a documentarlo, supone un verdadero condicionante a la calidad del trabajo resultante, más si cabe que la posible falta de rigor métrico en su representación. No olvidemos que dicho proceso de interpretación debe hacerse en la fase de campo bajo una serie de condicionantes y factores –laborales, ambientales, ergonómicos, de seguridad laboral, perspectivas, constructivos, etc...- que no contribuyen precisamente a la clarividencia de ideas.

No en vano, Paul Courbin (3) ya apuntaba en esta dirección a finales del siglo pasado, en relación a la labor de documentación del arqueólogo: “él sabe que si comete un error, si observa las cosas incorrectamente o las comprende mal, sus conclusiones serán irremediablemente falsas y no harán más que llevar a otros errores a todos aquellos que las tengan en cuenta”.

Falta de proporcionalidad.- La falta de proporcionalidad existe tanto en la forma y dimensiones de los elementos arqueológicos, como de los distintos elementos que integran éstos. Esta falta de proporcionalidad puede inducir errores en la interpretación y análisis de los restos documentados, al no estar proporcionada la dimensión de unas partes respecto a otras, ni su forma, ni la posición relativa entre ellas.

Falta de rigor métrico.- La falta de rigor métrico es ineludible y está

directamente vinculada con la propia metodología de representación, que se fundamenta en un proceso de discretización de los elementos a representar para realizar el levantamiento de los mismos y que analizaremos seguidamente. No obstante, otra causa frecuente de error se encuentra en el propio proceso de toma de datos y medidas, pues, en numerosas ocasiones, éstas no se determinan con precisión o con los instrumentos y procedimientos de trabajo adecuados en función de la geometría y dimensión a representar.

Pérdidas de texturas y composiciones originales.- La transcripción de la realidad mediante un croquis compuesto por líneas conlleva la pérdida inevitable de información visual en los elementos representados, de manera que aquellas características -composición, estado, color, distribución, impurezas, texturas, granulometrías, alteraciones, etc...- inherentes a los restos arqueológicos no pueden registrarse con la metodología tradicional, precisando recurrir al uso de tramas y rellenos asociados a una leyenda para simularlos.

Discretización de elementos.- La necesaria discretización de un elemento irregular a la hora de su representación supone una pérdida de información extraordinaria resultando, junto a la subjetividad de interpretación, los dos principales condicionantes de la calidad de un registro gráfico arqueológico. En efecto, la discretización no sólo está vinculada a la pérdida de información del objeto a representar, sino que es fuente de imprecisiones y errores en las formas y dimensiones de los objetos representados.

Errores de georreferenciación.- Esta deficiencia está directamente relacionada con la falta de rigor métrico, pues la determinación inexacta de la posición planimétrica y/o altimétrica de los elementos arqueológicos hallados, puede constituir una fuente importante de error a la hora de interpretar y establecer relacio-

nes y organizaciones cronológicas entre todos los restos patrimoniales aflorados en una excavación.

Eventualidad.- Mientras un sondeo o excavación arqueológica permanece abierta es posible el análisis, estudio, interpretación y revisión "in situ", de forma directa de todos los elementos patrimoniales hallados. Ahora bien, en el momento que concluye la actuación arqueológica o se cierra una fase de trabajo por necesidades de la misma, toda información no recopilada o erróneamente recopilada, se habrá perdido para la posteridad.

Falta de verificación.- La eventualidad de la realidad arqueológica aflorada implica, además, la imposibilidad de nuevos análisis o reinterpretaciones futuras por otros profesionales de la arqueología o, incluso, por el mismo profesional que la estudió e interpretó durante la fase de campo y al que, la maduración de ideas y las conclusiones finales de su labor investigadora, analizando los elementos arqueológicos desde otra perspectiva, podrían llevarle a observar nuevos aspectos o relaciones históricas que pasaron inadvertidas en un primer momento.

Éstas son sólo algunas de las principales carencias y deficiencias de carácter general encontradas en el método de registro y documentación gráfico más empleado en el campo de la arqueología. Esta técnica de documentación que acabamos de analizar, que bien podríamos calificar de artesanal, es la que en esencia sigue aplicándose de forma generalizada a la documentación y registro de elementos y restos arqueológicos y, en particular, de perfiles y secciones estratigráficas del terreno o restos de paramentos, cimentaciones y sole-rías, donde la mayor dimensión de las geometrías a documentar acentúa la problemática analizada, y para los cuales hemos propuesto el uso de la fotografía métrica en estado puro, como una alternativa contrastada a la compleja labor de su documentación gráfica.

3. DOCUMENTACIÓN CON FOTOGRAFÍA MÉTRICA

Al referirnos a la fotografía métrica no interpretada, como herramienta y soporte alternativo para la documentación gráfica de elementos arqueológicos de geometría predominantemente plana y de mediana o gran dimensión, estamos hablando de la obtención de una imagen en alzado del elemento a documentar, restituida a escala y generada a partir de una fotografía métrica que ha sido obtenida bajo los principios de la fotogrametría monoscópica.

Esta imagen restituida se logra generando una vista frontal -que no ortogonal- a modo de alzado del elemento de geometría plana a documentar. Es importante hacer hincapié en el hecho de que lo que se obtiene como resultado corresponde a una vista frontal -un alzado- pues, aunque a efectos métricos la diferencia es mínima, conceptualmente ésta difiere de una ortoimagen, en tanto que respeta la posible inclinación entre la sección y la vertical del lugar de manera que, por ejemplo para elementos arqueológicos en posición vertical, la medición de cotas en la fotografía métrica restituida, una vez impresa, se realiza respecto a la vertical del lugar y no respecto a la vertical del pseudoplano que define la sección.

La metodología desarrollada por los autores (4), cuyo detalle puede consultarse en la correspondiente referencia bibliográfica, comprende dos fases de trabajo bien diferenciadas -de campo y de gabinete- integradas por tres y cuatro etapas secuenciales básicas, respectivamente, cada una de ellas.

Metodología de trabajo en fase de campo:

- Estudio de los condicionantes endógenos y exógenos de cada geometría plana a documentar.
- Georreferenciación mediante topografía clásica de los elementos a documentar.

- Realización de las fotografías métricas de los elementos a documentar, aplicando los principios de fotografía y fotogrametría monoscópica.

Metodología de trabajo en fase de gabinete:

- Corrección de deformaciones en las tomas fotográficas.
- Restitución de las tomas fotográficas corregidas.
- Geoinserción y simulación de vistas en alzados.
- Montaje y maquetación de las fotografías métricas.

La última etapa corresponde al maquetado de cada fotografía métrica para su impresión, digital o en papel, en un plano a escala. Es importante destacar que la imagen en alzado resultante como documento gráfico se acompaña de una escala gráfica horizontal y otra vertical, tal cual puede apreciarse en las Fig. 2 y Fig. 3

La Fig.2 documenta, a modo de ejemplo, una sección estratigráfica del terreno correspondiente a un paramento vertical de uno de los sondeos practicados en la intervención arqueológica llevada a cabo en la Capilla Real de la Catedral de Sevilla.

La Fig. 3 corresponde al registro gráfico de uno de los paramentos verticales aflorados perteneciente a la cimentación de la antigua mezquita almohade que subyace bajo el actual edificio de la catedral, localizado en su fachada noreste, en el interior de otra de las catas practicadas en la misma intervención arqueológica

El montaje de cada imagen métrica se ha realizado sobre un formato A3 apaisado e incluye, como ya se ha especificado con anterioridad, una escala gráfica horizontal y otra escala vertical alineada con los bordes verticales de cada perfil y sobre la que se puede determinar la cota de cualquier punto o elemento



Fig. 2: Vista métrica restituída sin interpretar de una sección estratigráfica del terreno.
Fuente: Elaboración propia 2012. Catedral de Sevilla

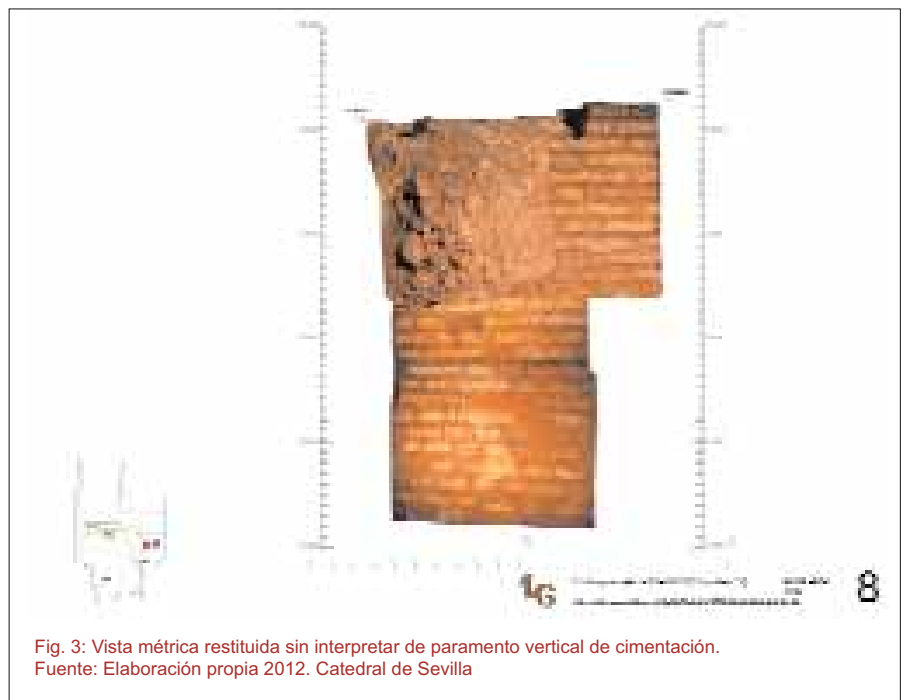
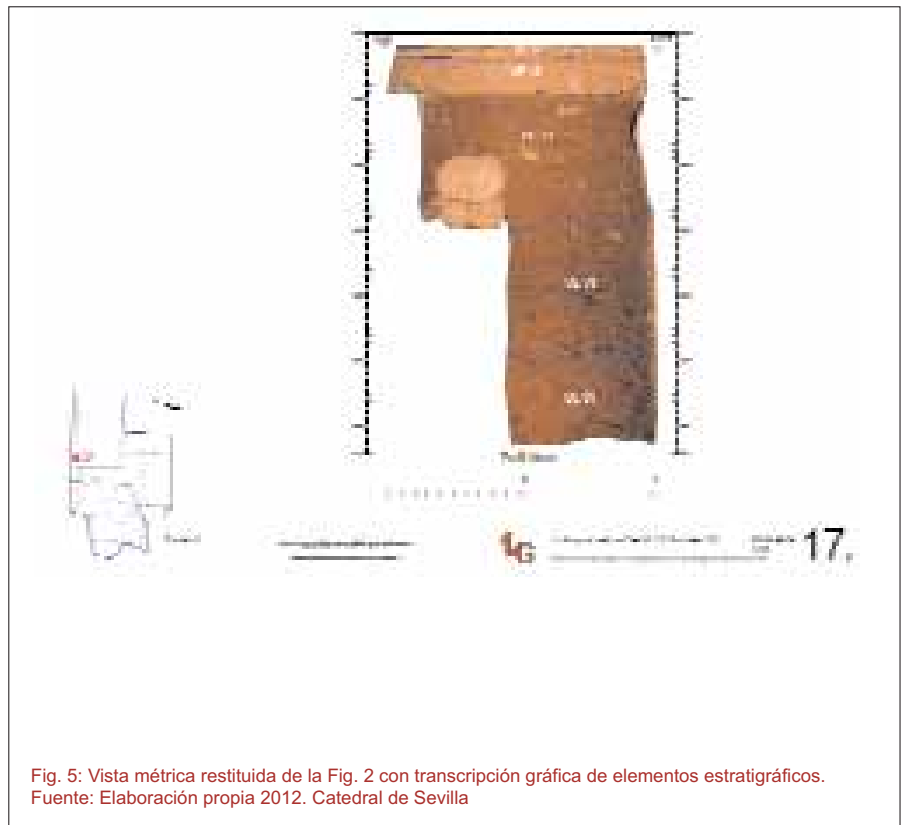


Fig. 3: Vista métrica restituída sin interpretar de paramento vertical de cimentación.
Fuente: Elaboración propia 2012. Catedral de Sevilla

observado en el mismo con precisión centimétrica –que es la que mejor ajusta a la exactitud alcanzada en la representación métrica del elemento a esa escala y en ese formato-. También se acompaña, en su esquina inferior izquierda, de un croquis con la localización de cada perfil en su cata o sondeo y la orientación del mismo.

La Fig. 4 muestra un fragmento de solería cerámica del siglo XVI, oculta bajo la deteriorada solería de mármol de la Capilla Real cuyo proyecto de sustitución posibilitó esta intervención arqueológica. La documentación de este elemento se ha realizado también mediante una fotografía métrica restituída e impresa en un formato A2 en posición verti-



cal. En este caso, la imagen sólo se acompaña de escala gráfica horizontal. Las líneas rojas dibujadas sobre la imagen sirven para delimitar en la imagen la solería respecto de su cama de argamasa de cal. También se ha representado con líneas en color verde la superficie de solería documentada y en líneas de color negro las marcas dejadas en la solería por las hojas abatibles de una posible reja o cancel que en su día delimitó un espacio interior de la Capilla Real.

4. TRANSCRIPCIÓN Y ANÁLISIS

Una de las principales aplicaciones y ventajas que aporta la metodología de registro y documentación mediante fotografía métrica no interpretada, se basa precisamente en la posibilidad de que, una vez materializadas las imágenes en papel o en un fichero digital, cualquier profesional de la arqueología puede proceder a su estudio, análisis y transcripción arqueológica sin pér-

didada de información visual y sin la premura, la incomodidad y la inexactitud de tener que hacerlo “in situ” y sobre la marcha, lo que provoca, como ya se ha expuesto, una fuerte carga de subjetividad en los resultados y conclusiones y una importante pérdida de información.

Además, las imágenes obtenidas permiten reflejar el resultado del proceso de análisis y transcripción realizado por el arqueólogo director de la excavación, tal cual se hace en la metodología tradicional, pero con una ventaja esencial sobre la misma, que a su vez constituye la principal aportación de la metodología propuesta, pues al no generarse como producto del registro gráfico una representación discretizada e interpretada subjetivamente de la realidad, tampoco conlleva pérdida alguna de información visual. Este matiz diferencial resulta trascendental, pues permite al arqueólogo u otros profesionales afines la reinterpretación y análisis posterior de los elementos documentados, con una visualización de los elementos arqueológicos

muy similar a la que observarían *in situ*, lo que a buen seguro contribuirá a optimizar los resultados de la investigación global de la excavación.

En la Fig. 5 se muestra la misma sección estratigráfica de la Fig. 2, pero con el resultado plasmado del análisis y la transcripción estratigráfica realizada por el arqueólogo director de la excavación. Las líneas de color azul definen las líneas de interfaces entre los diferentes estratos del perfil, mientras que los textos en color blanco indican el número de unidad estratigráfica asignado. Dicha transcripción fue llevada a cabo una vez concluida la propia intervención arqueológica, a partir de la imagen métrica documentada y de la información recopilada por el arqueólogo campo.

Para materializar la transcripción gráficamente sobre la fotografía métrica, existen básicamente dos alternativas posibles:

- Generarla sobre una imagen métrica impresa en papel, a modo

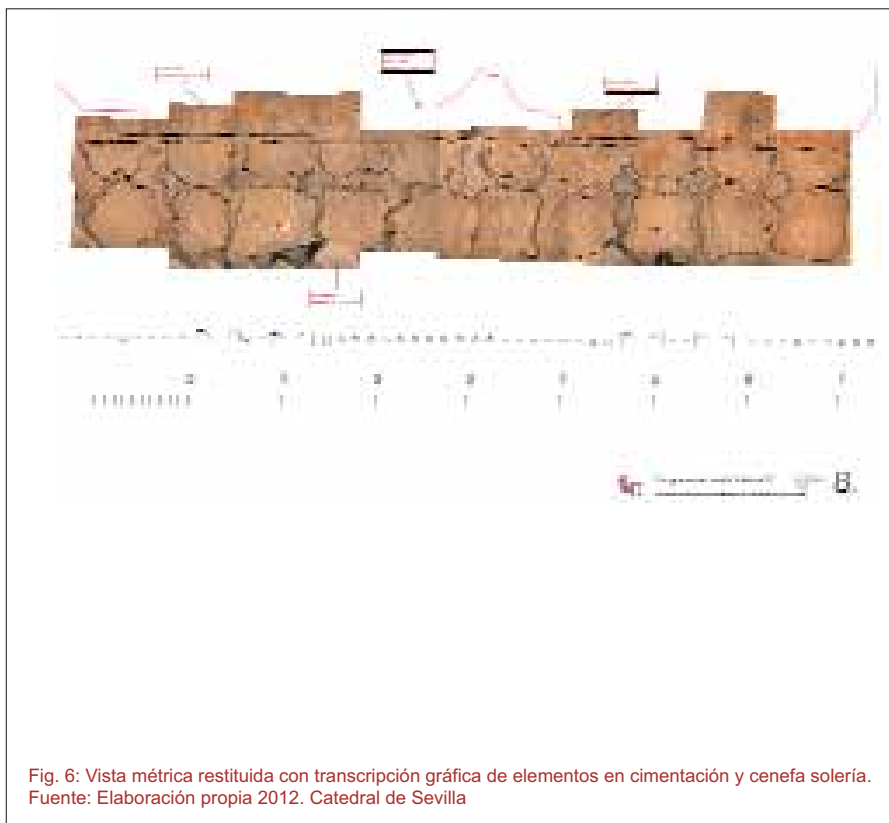


Fig. 6: Vista métrica restituída con transcripción gráfica de elementos en cimentación y cenefa solería.
Fuente: Elaboración propia 2012. Catedral de Sevilla

yectara su ampliación con la construcción de la Capilla Real. Como puede apreciarse en la imagen se han marcado con trazos de color negro los restos de argamasa que sirvieron de asiento a los sillares del citado muro. En color rojo las líneas delimitan el contorno hallado de la solería del siglo XVI. Por último, se ha representado con líneas de color amarillo las grietas de lo que pudo ser la base de cimentación de un gran pilar central en el vano que se generó con la ampliación de la Capilla Real. Y todo ello sin prescindir de la riqueza visual ni del rigor métrico del que adolecería cualquier dibujo o imagen convencional sobre estos elementos.

5. DOCUMENTACIÓN FINAL

En los trabajos de registro y documentación gráfica desarrollados en la intervención arqueológica en la Capilla Real de la Catedral de Sevilla, se documentaron, de forma directa mediante fotografía métrica, un total de veintinueve secciones estratigráficas en cinco catas o sondeos excavados. Todas las secciones se han presentado en un formato A3 apaisado y de dimensiones normalizadas.

Asimismo, se ha documentado también mediante fotografía métrica un área de 33,28 m² de solería cerámica del siglo XVI y una superficie de 11,39 m² de cenefa perimetral y restos de cimentación de antiguo muro. Ambos elementos arqueológicos han quedado plasmados en formatos de dimensiones normalizadas A2.

Como conclusión final, reseñar que la metodología propuesta y descrita en este trabajo permite materializar el registro y la documentación gráfica de elementos arqueológicos de geometría predominantemente plana, destacando entre otras las siguientes ventajas frente a la técnica de representación que cotidianamente viene empleándose en este ámbito:

- No da lugar a deformaciones métricas ni de la proporcionalidad de

de borrador, y proceder a su posterior digitalización en un software de CAD –opción menos recomendable por la necesidad de reproducir digitalmente la misma secuencia interpretada plasmada en el papel-.

- Que la realice el propio profesional que interpreta la estratigrafía directamente sobre la misma imagen métrica digital. Esta opción es la más recomendable y rápida –no conlleva transcripción de información y, por tanto, se suprime una posible e importante fuente de error-. Se puede ejecutar sobre un software de CAD, para lo que se precisan unos conocimientos específicos y algo de práctica, o bien, una alternativa más sencilla es realizarlo simplemente sobre un fichero en formato *PDF*, que únicamente precisa de unas nociones elementales.

Ahora bien, a priori, cabría pensar que este tipo de análisis arqueológico también puede llevarse a cabo sobre una toma fotográfica cualquiera, sin necesidad de recurrir a las técnicas fotogramétricas.

De hecho, ésta resulta ser una práctica habitual en el ámbito de la arqueología. No obstante hemos de aclarar que las transcripciones plasmadas sobre imágenes fotográficas cotidianas, a diferencia de las realizadas sobre fotografía métrica, adolecen de información y valor métrico y geométrico a causa de las deformaciones que introduce la óptica utilizada, salvo que la imagen sea sometida a un proceso de corrección de la aberración óptica y de escalado en base a unas dimensiones previamente conocidas.

Las Fig. 4 y 6 son otro ejemplo de aplicación de la documentación gráfica mediante fotografía métrica no interpretada al análisis y transcripción en arqueología. La primera de ellas ya ha sido comentada. La última figura, documenta en un formato A2 en posición horizontal, fragmentos de la cenefa perimetral que enmarcaba la solería del siglo XVI hallada y restos de la cimentación del antiguo muro de cierre de la Catedral de Sevilla en su cara noreste, antes de que se pro-

carácter significativo de los elementos documentados. Los posibles errores e imprecisiones derivados del propio procedimiento son perfectamente asumibles para el fin que se pretende, por lo que aporta una representación fidedigna de la geometría y las relaciones espaciales de sus elementos.

- Constituye una representación continua y completa de la realidad, conservando toda su riqueza de información visual, frente a la necesaria pérdida de información que se genera en el proceso de discretización de la realidad para su documentación mediante técnicas de representación convencionales. Es por tanto un tipo de documento que conserva las texturas, colores y composiciones originales, frente a las representaciones simbólicas que tratan de emularlas.

- La georreferenciación espacial de las distintas capturas fotográficas, realizada de forma global y conjunta para todos los elementos arqueológicos de una intervención, garantizan la perfecta localización de cualquier elemento arqueológico documentado.

- La perdurabilidad en el tiempo de la realidad documentada de cara a el análisis y la investigación arqueológica de los elementos documentados, de manera que cualquier profesional y en cualquier momento, aunque la excavación haya concluido, puede proceder a estudiar con detalle y sin pérdida de información el elemento documentado y, así, poder extraer nuevas conclusiones, complementarias o alternativas a las ya obtenidas.

6. NOTAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Almagro Gorbea, A. Almagro Gorbea, M. Cerdan, F.** 1978. "Las marcas de cantero del castillo de Mora de Rubielos: interpretación y resultados de un tratamiento matemático". *Revista del Instituto de Estudios Turolenses*, Vol. 60, p. 49-68. ISSN: 0210-3524.
2. **Wheeler, R. E. M.** 1954. *Archaeology from the Earth*. Oxford: Oxford University Press. ISBN N.D.
3. **Courbin, P.** 1988. *What is Archaeology?: An essay on the nature of Archaeological Research*. Chicago: Chicago University Press. ISBN: 0-226-11656-5.
4. **Granado Castro, G. Aguilar Camacho, J. Hernández Noguero, M.D.** 2012. "Documentación y registro avanzado en estratigrafía arqueológica: método de los fotoperfiles". Valencia: *XI Congreso Internación de Expresión Gráfica aplicada a la edificación*, Editorial Universitat Politècnica de Valencia, p. 678-688. ISBN: 978-84-8363-964-1.