

# EXAMEN VISUAL Y ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA DECORACION ARQUITECTÓNICA INTERNA DE LA TUMBA QH33 DE QUBBET EL-HAWA ASUÁN (campaña 2008)

CAROLINA CARDELL FERNÁNDEZ  
Universidad de Granada

## RESUMEN:

Este artículo presenta los primeros resultados del examen visual *in situ* la decoración arquitectónica del interior de la tumba QH33 de Qubbet El-Hawa (Asuán), su extensión, estado de conservación y técnica de ejecución. Con objeto de clarificar su cronología, los restos de policromía hallados se compararon con las pinturas de tumbas adyacentes datadas. La tumba QH33 se encuentra parcialmente colmatada con arena y afectada por un fuego generalizado que ha ocasionado el oscurecimiento total de sus paramentos por depósito de hollín. La inspección detallada de la superficie de los paredes y columnas se realizó con distintos sistemas de iluminación, i.e. luz visible, luz rasante y luz ultravioleta. A la altura examinada de la tumba no existe decoración en relieve; únicamente el nicho central presenta evidencias de policromía. Como consecuencia del incendio, son escasos los restos apreciables de esta policromía: la cuadrícula de la pintura, algunos jeroglíficos y figuras. Los contornos de los motivos se realizaron en rojo. Las evidencias sugieren que la policromía se realizó sobre una preparación de yeso, utilizando como pigmentos: blanco de yeso, rojo de hematites y amarillo de oxi-hidróxidos. La superficie quemada generalizada, mostrando texturas cuarteadas, arrugadas y calcinadas, burbujas, despegues, restos de resina adheridos, tela y guano, dificulta el reconocimiento de otros colores.

## SUMMARY:

This article presents the first results of the visual survey *in situ* of the internal architectural decoration of Tomb QH33 at Qubbet El-Hawa (Aswan), its expansion, conservation state and execution technique. With the aim of clarifying its chronology, the polychromy rests were compared with dated paintings of adjacent tombs. The QH33 tomb appears partially filled with sand and deteriorated by a generalised fire that has caused the total blackening of the

walls. The in-depth examination of walls and columns surface was made using different illumination systems. i.e. visible light, grazing light and ultraviolet light. At the studied height, relief decoration was not observed in the tomb; only evidences of polychromy were seen in the central niche: draw grid lines, hieroglyphics and figures. The outlines were done in red colour. Evidences suggest that the polychromy was applied on a gypsum base, and that used pigments were gypsum for white, hematite for red and oxy-hydroxides for yellow. The fired surface showing signs of calcination, cracking, wrinkles, bubbles, detachments, rest of resin, fabric and guano, make difficult recognition of other colours.

El presente artículo es el resultado de un reconocimiento visual preliminar para determinar la existencia, extensión, técnica de ejecución y estado de conservación de la decoración arquitectónica interior de la tumba QH33 de Qubbet El-Hawa, Asuán.

En el pasado, el estudio de una obra de arte se realizaba por lo general a través de un enfoque histórico-artístico. Hoy en día el enorme desarrollo experimentado por la ciencia ha supuesto que el análisis de una obra o monumento, recurriendo únicamente a estas perspectivas, no sea adecuado ni aceptado. Una obra de arte o monumento sólo está en disposición de transmitir su mensaje artístico cuando su existencia material está garantizada, y ello es una cuestión fisico-química. En la actualidad, sólo el estudio multidisciplinar científico puede ofrecer pautas de conocimiento material e intervención de una obra de arte, permitiendo prolongar, con los métodos más adecuados, su existencia física. En la conservación de dicha obra de arte es necesario que coexistan el análisis crítico-estético de la expresividad de la obra, y el análisis científico, encaminado a la salvaguarda de la materia. Ambos enfoques deben integrarse para alcanzar un equilibrio recíprocamente productivo, en el cual, en cualquier caso la ciencia debe satisfacer las exigencias de la estética (Matteini y Mole, 2001, Maravelaki-Kalaitzaki y Kallithrakas-Kontos, 2003, Cardell et al., 2008).

En la actualidad las diferentes disciplinas científicas se sirven de numerosas metodologías analíticas, sensibles y específicas, que permiten llevar a cabo estudios precisos de la materia de la que está hecha una obra de arte, y los fenómenos químicos, físicos y biológicos que la afectan. En algunos casos estas técnicas pueden ser empleadas sin alterar o dañar el objeto estudiado, motivo por el cual muchos de estos métodos de investigación han sido adoptados para el estudio de las obras que componen el Patrimonio Cultural (Salvadó et al., 2005; Cardell et al., 2009).

Partiendo de esta premisa, y considerando que parte de la decoración arquitectónica de la tumba objeto de estudio, a priori, debía ser pintura mural<sup>1</sup>, los objetivos de la primera campaña 2008 del “Proyecto de restauración y musealización de la tumba QH33 de Qubbet El-Hawa, Asuán” fueron, para el caso concreto del estudio de su decoración interna:

---

<sup>1</sup> pintura bidimensional físicamente integrada y condicionada por los paramentos arquitectónicos o muros que actúan de soporte.

- Examen visual de las condiciones actuales de la tumba, afectada por un fuego general, y de solidez, estabilidad y humedad de sus paramentos (muros, techo y columnas).
- Inspección de la superficie de los paramentos con distintos sistemas de iluminación, para establecer la presencia de decoración arquitectónica, policromía, y su estado de conservación.
- Identificación de posibles materiales depositados en los paramentos, que coadyuven al deterioro de la tumba.
- Directrices para determinar la naturaleza de los materiales pictóricos, caso de existir policromía. Esta información es imprescindible para proceder en futuras campañas a su restauración/conservación. Sólo tras la recuperación física de los materiales previamente identificados (lo más próxima a su estado original), podrán proponerse las estrategias de conservación más adecuadas. Para ello será además necesario realizar un estudio de las condiciones microclimáticas de la tumba.

La primera inspección del interior de la tumba QH33 reveló que se encontraba parcialmente rellena con arena. Su potencia se estimó posteriormente en unos 2.5 metros, tras haber dejado al descubierto la altura total de la puerta de entrada a la tumba, de unos 4.75 m. No obstante, por imposibilidad temporal, la arena del interior de la tumba no se extrajo en esta primera campaña de 2008. Por tanto, el examen *de visu* del estado actual de las paredes fue posible sólo en los aproximadamente 2.50 metros superiores de la tumba. Se comprobó que por encima del “suelo” formado por esta arena de relleno, la tumba había sufrido un incendio generalizado, por lo que todos sus paramentos (muros, techo, columnas y “suelo”) estaban oscurecidos por una capa de hollín: ello dificultó la identificación de la posible decoración pictórica y su estado de conservación. No obstante llamó la atención el hecho de que el nicho central situado en la parte frontal de la tumba apareciera de color blanco (Figura 1).

Este hecho obligó a realizar una inspección más detallada de las paredes y columnas empleando sistemas de iluminación especiales. Se tratan de métodos de análisis físico, sencillos pero eficaces, que permiten visualizar la obra de arte y extraer información acerca de la constitución de sus materiales pictóricos (pigmentos y aglutinantes), aspectos técnicos de su ejecución, posibles intervenciones y estado de conservación (Matteini y Mole, 2001; Alba y González-Mozo, 2005). El principio básico de tales métodos se basa en el comportamiento de la materia (que constituye la obra) cuando inciden en ella radiaciones electromagnéticas de diferente longitud de onda, visibles o invisibles al ojo humano. Entre estos métodos se encuentran los que utilizan luz visible (380-780nm), luz visible rasante (luz visible con cierto ángulo respecto de la superficie examinada), luz ultravioleta (10-380nm), luz infrarroja (780nm-1mm) y rayos-X (0.01-10nm). Cuando la radiación incide en las obras, simultáneamente tienen lugar fenómenos de reflexión, absorción y transmisión. La intensidad con la que se produce cada fenómeno depende tanto de la naturaleza de los materiales como de la energía de la radiación incidente. La validez de estas téc-

nicas de estudio está condicionada por la integración de sus resultados con los obtenidos por otras técnicas visuales de examen.



Fig. 1. (a) Vista general de la tumba QH33; (b) Detalle del nicho central. Nótese los paramentos oscurecidos por el hollín del fuego, excepto en el nicho central, en blanco.

El primer examen de la superficie de los paramentos de la tumba QH33 se realizó con radiación ultravioleta (UV), debido a que el incendio generalizado había provocado que todo el interior de la cámara estuviera cubierto por una capa de hollín<sup>2</sup>. Se empleó una lámpara ultravioleta con posibilidad de utilizar dos longitudes de onda (245nm y 365nm) que permiten diferente penetración de la radiación UV en la superficie irradiada. Cuando un objeto es incidido por radiación UV de una determinada longitud de onda (invisible al ojo humano) proveniente de una lámpara, puede reaccionar de diferentes maneras provocando los fenómenos ya mencionados de reflexión, absorción y transmisión de las radiaciones incidentes. Algunos materiales pueden ser excitados, en cuyo caso emiten radiaciones de longitud de onda mayor, fenómeno denominado *luminiscencia*, que puede presentarse como *fluorescencia* (duración prácticamente instantánea), o como *fosforescencia* (persistencia en el tiempo tras cese de la radiación excitante). Si se emplea como radiación excitante luz UV, la fluorescencia se manifiesta en la región del espectro visible del ojo humano, y se conoce como *fluorescencia ultravioleta*. La fluorescencia UV se utiliza en el campo del patrimonio pictórico para documentar las posibles restauraciones que haya podido sufrir una obra, retoques, presencia de aglutinantes, pero también para diferenciar algunos materiales pictóricos gracias a los colores característicos de su fluorescencia.

<sup>2</sup> carbono impuro, pulverizado, y generalmente de colores oscuros más bien negruzcos resultantes de la combustión incompleta de un material (madera, carbón, etc). Su aspecto es similar a la ceniza pero con un tono más negro.

La fluorescencia UV viene determinada por el pigmento, aglutinante y la mezcla de ambos (tanto en proporción como en el grado de interacción establecido con el tiempo). En la interpretación de los resultados hay que tener presente una serie de consideraciones: i) el envejecimiento químico del material que desencadena procesos de oxidación y polimerización, que conllevan un aumento de la fluorescencia, ii) el espesor del estrato que condiciona la intensidad de la fluorescencia UV, y iii) que un material fluorescente se aprecia mejor si su entorno no es fluorescente y viceversa. La mayoría de los pigmentos tienen una fluorescencia UV muy leve, como es el caso de los ocre y sienas<sup>3</sup>, los negros de carbono, azurita y malaquita<sup>4</sup>, minio (óxido de plomo), blanco de plomo (carbonato de plomo), etc. Otros presentan fuerte fluorescencia como los pigmentos compuestos por cadmio, e.g. amarillo, naranja y rojo de cadmio, blanco de zinc, etc. En el caso que nos ocupa, el hecho de que todos los paramentos de la tumba estuvieran totalmente cubiertos con una capa de hollín negro, esto es, de carbono, material que absorbe fuertemente la radiación UV, originó que no se obtuviera información alguna con esta técnica de visualización. En efecto, la capa de carbono que cubre la superficie de las paredes y columnas impide la penetración de los rayos UV hasta los elementos subyacentes, pues absorbe intensamente la radiación UV. Además todo el entorno era negro y por tanto no había contraste entre zonas que hiciera posible reconocer fluorescencia.

En este punto debe anotarse que, independientemente de la técnica empleada, cuando cierta observación/información no es observable, no implica forzosamente que no exista; es posible que no pueda ser registrada con los equipos utilizados.

Tras esta primera aproximación se examinó la superficie con luz visible normal y rasante. Estas técnicas sencillas son las idóneas para estudiar el cromatismo, formas y trazos de la pintura, a la vez que aportan datos importantes sobre la textura de la superficie, el estado de conservación de la policromía, y la profundidad y extensión de los daños. La luz rasante consiste simplemente en situar un foco de luz visible de manera que ilumine la obra desde un ángulo en lateral casi en paralelo con su superficie. Gracias a la luz rasante es posible apreciar detalles de la obra que a simple vista pueden pasar desapercibidos. Bajo la luz rasante, ciertos daños como ampollas, hundimientos, etc., resaltan con nítido contraste.

Estas técnicas revelaron que en la tumba QH33 parecía que únicamente existían restos de policromía en el nicho central de la tumba, y que además se trataba de una decoración plana, ausente de relieve (Figura 1). Esto es, los motivos decorativos no fueron tallados o esculpidos en el soporte pétreo como se había constatado en otras tumbas, como por ejemplo la tumbas 25 y 102 (Figura 2) o las tumbas 90 y 98 (cronológicamente más antiguas).

El examen con luz rasante de los paramentos de la tumba QH33 permitió constatar que a la altura de observación, esto es, a unos 2.5 m del nivel original del suelo, sólo existían policromías en el nicho central, siendo los restos descubiertos apenas

<sup>3</sup> pigmentos naturales elaborados a base de tierras en cuya composición interviene las arcillas férricas.

<sup>4</sup> pigmentos azul y verde respectivamente, constituidos ambos por carbonato básico hidratado de cobre.

perceptibles por encontrarse enmascarados por la capa negra de hollín. En concreto, sólo se hallaron trazos de figuras humanas y contornos de símbolos jeroglíficos (Figura 3). Las evidencias sugirieron que en el resto de las paredes y columnas de la sala no existen policromías (Figura 4). Para explicar el por qué de esta afirmación es necesario hacer referencia a la técnica pictórica empleada por los antiguos egipcios.



Fig. 2. Bajo relieves policromados en (a) tumba 102; (b) tumba 25.

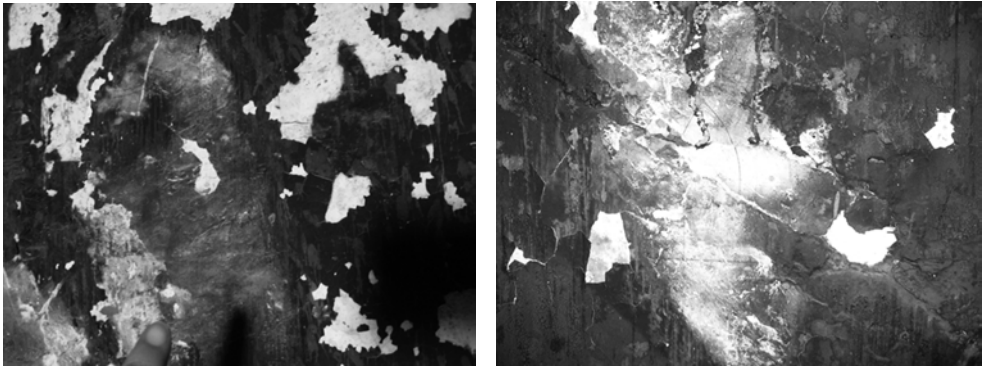


Fig. 3. Detalle de trazos de jeroglífico (a), y de figura humana (b) en tumba QH33. Nótese las lagunas blancas que corresponden a zonas en donde la policromía se ha desprendido del sustrato por la capa de preparación blanca, y la textura pulverulenta de ésta.

Los egipcios antiguos emplearon el “temple” como procedimiento de pintura mural. La técnica del temple tiene múltiples formulaciones. En ésta, los pigmentos inorgánicos son disueltos en agua y aglutinados con huevo (tanto entero, como la yema o la clara solas), caseína, goma, cola o cera (Mayer, 1988). En Egipto se aglutinaban los pigmentos con agua y goma, colas y huevo, aplicándolos en zonas concretas, sin mez-

clar los colores. La aplicación de la pintura requiere de un proceso de preparación del paramento sustrato de la pintura, previo a la ejecución de ésta. De forma resumida, primero se le da un enlucido que es de yeso blanco ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) —nunca calizo, a base por ejemplo de  $\text{CaCO}_3$ —, seguidamente se corrigen las irregularidades y posteriormente se aplican varias capas más finas de yeso, sobre las que se aplica la capa de preparación de la policromía, y encima las capas pictóricas de color propiamente dichas. El examen visual de otras tumbas de la colina Qubet El-Hawa, reveló que los artistas egipcios en esta zona emplearon tanto capas de preparación blancas elaboradas con sulfato de calcio (yeso o anhidrita,  $\text{CaSO}_4$ , e.g. tumba 31, Figura 5), como capas rojas a base de hematites, un óxido de hierro de fórmula  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (e.g. tumba 102, Figura 2a). En la tumba QH33 el impacto del fuego en la superficie de los muros originó el despegue de la policromía por esta capa de preparación de yeso, dejando al descubierto su color blanco (Figura 3), que es el observado en el interior del nicho central (Figura 1). Similar mecanismo de deterioro ha sido identificado en zonas discretas de la tumba 90 (Greca 2005).



Fig. 4. (a) Detalle de columna afectada de forma desigual por el fuego. Obsérvese la ausencia de policromía en su superficie, donde se aprecia el veteado rojizo original de la arenisca. Fig. 4b Detalle de una jamba del nicho central y pared contigua. Nótese la superficie negra homogénea de la pared y el efecto que el fuego ha originado en la jamba, con exposición de la base blanca de la policromía, por el desprendimiento de las capas pictóricas superiores.

Puesto que el resto de la tumba QH33 estuvo sometida a la acción del fuego, de existir policromías (a esta altura de la cámara) también deberían haberse desprendi-

do, en principio. Como ello no fue observado, la hipótesis primera es que no existen policromías, al menos a la altura del examen visual y en estas zonas. Por otra parte, la consistencia del soporte pétreo de la posible policromía, y la observación del ve-teado de la arenisca que conforma las columnas y paredes, parecen corroboran esta hipótesis (Figura 4). No obstante, para la confirmación o refutación definitiva de esta afirmación, deben realizarse catas de lugares seleccionados para su posterior estudio químico, mineralógico y petrográfico (como estratigrafías pictóricas) con diferentes técnicas de análisis.

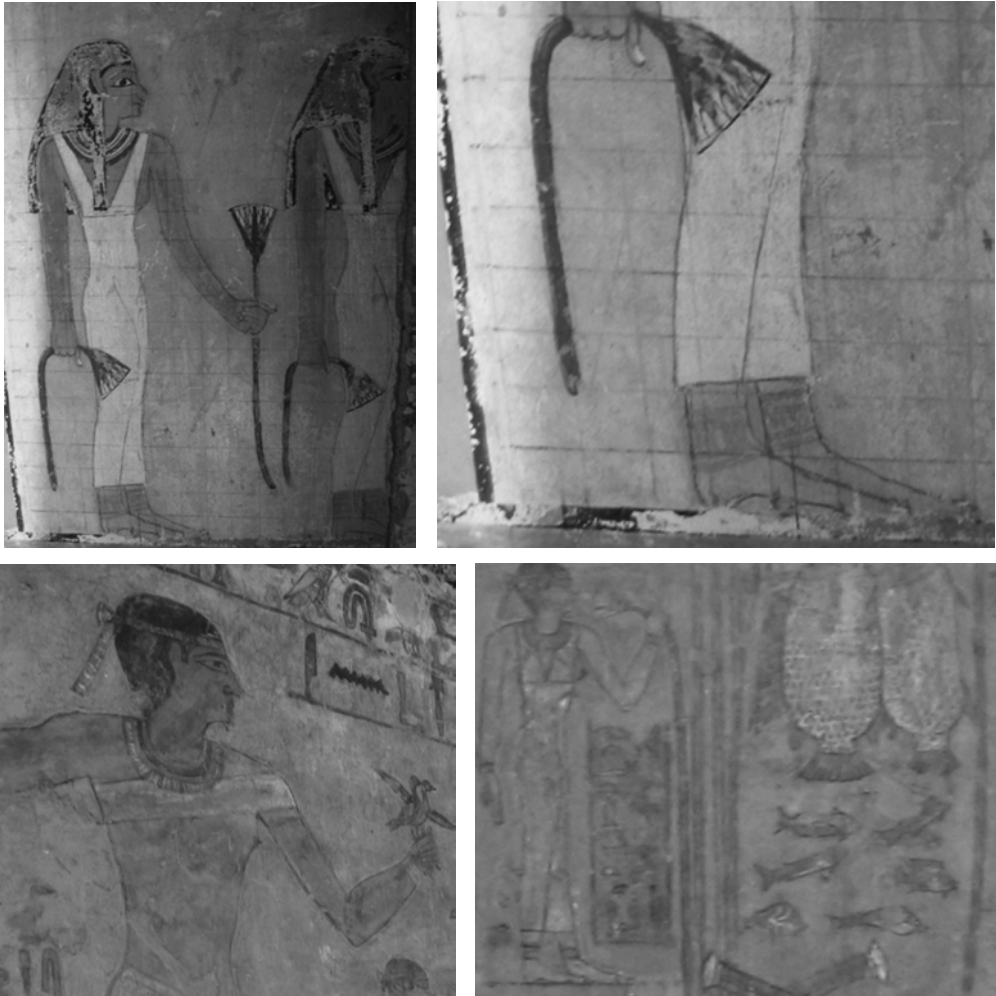


Fig. 5. (a) Vista de una policromía de la tumba 31; (b) Detalle de la anterior. Nótese la cuadrícula del dibujo, el delineado en rojo de las figuras, y el fondo blanco de la pintura (capa de preparación); (c) y (d) policromía de la tumba 25 con trazo de las figuras en negro.



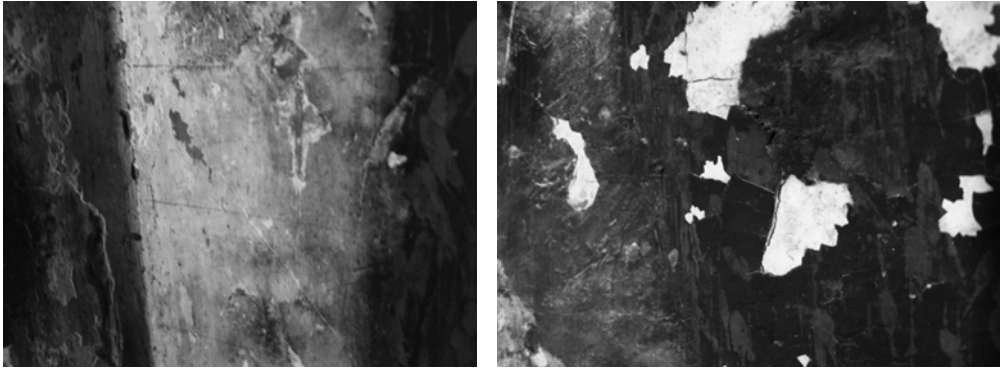


Figura 6a y 6b. Efecto diverso del fuego en la superficie del muro del nicho central en la tumba QH33. Nótese la capa de preparación blanca de la policromía, la cuadrícula en tonos rojos, el tono tostado de la capa superficial originalmente blanca, adquirido por acción del calor, y el desprendimiento de la policromía (totalmente quemada) del sustrato en la Fig. 6b.

Los resultados indican que el fuego afectó intensamente a la policromía, aunque de forma desigual en determinadas áreas muy localizadas. Es por ello que fue posible identificar en la zona de entrada del nicho central fondos de color crema tostada que originalmente deberían ser blancos (por ejemplo de yeso), así como la cuadrícula usada para enmarcar y escalar los motivos decorativos (Figura 6). Tanto los trazos de esta cuadrícula como los restos hallados de jeroglíficos y figuras son de color rojo oscuro, lo que sugiere que el contorno de estos motivos decorativos se realizó con hematites, similar a lo observado en la tumba 31 (Figura 5a y 5b), cronológicamente próxima a la tumba QH33, a diferencia de los trazos negros del contorno de las figuras en la tumba 25 (Figura 5c y 5d), anterior en el tiempo a la tumba QH33. No obstante, en general el fuego afectó muy intensamente a la policromía, no sólo a las capas pictóricas más superficiales sino incluso al mismo sustrato de arenisca. En áreas extensas el daño es irreversible, como puede observarse en la parte superior del nicho central, con pérdida total de la policromía (Figura 7). En determinadas zonas se observa que al desprenderse la policromía queda vista la capa blanca de lo que originalmente tuvo que ser yeso, con evidencias texturales de calcinación (superficie con burbujas y consistencia pulverulenta, que se desprende al tacto más leve, Figura 3). Además existen áreas en que la arenisca queda expuesta, pues el choque térmico debido a la acción del fuego ha originado su descohesión del muro. Así mismo se observan zonas en que los materiales pictóricos (pigmentos y aglutinante) empleados en la policromía se han quemado o calcinado, dando lugar a texturas cuarteadas, arrugadas, con burbujas y pliegues negros en la superficie, siendo imposible identificar los colores y pigmentos originales (Figura 8). Adicionalmente se ha constatado la adhesión en las superficie de restos de resina, tela (¿restos de vendas?) y guano.

El objetivo final del Proyecto es la restauración, conservación y puesta en valor de la tumba QH33 de Qubet El-Hawa, es decir, proceder a su musealización. No obstante, para conseguir tal fin es imprescindible, en el caso de las pinturas murales, realizar una

caracterización profunda de los materiales que la constituyen y de su técnica de ejecución. La información obtenida será de vital importancia para el conocimiento histórico-artístico de las pinturas, aportando claves que permitan asignar la obra a un período concreto, tal que ayude a resolver incertidumbres de datación o autoría de la tumba.

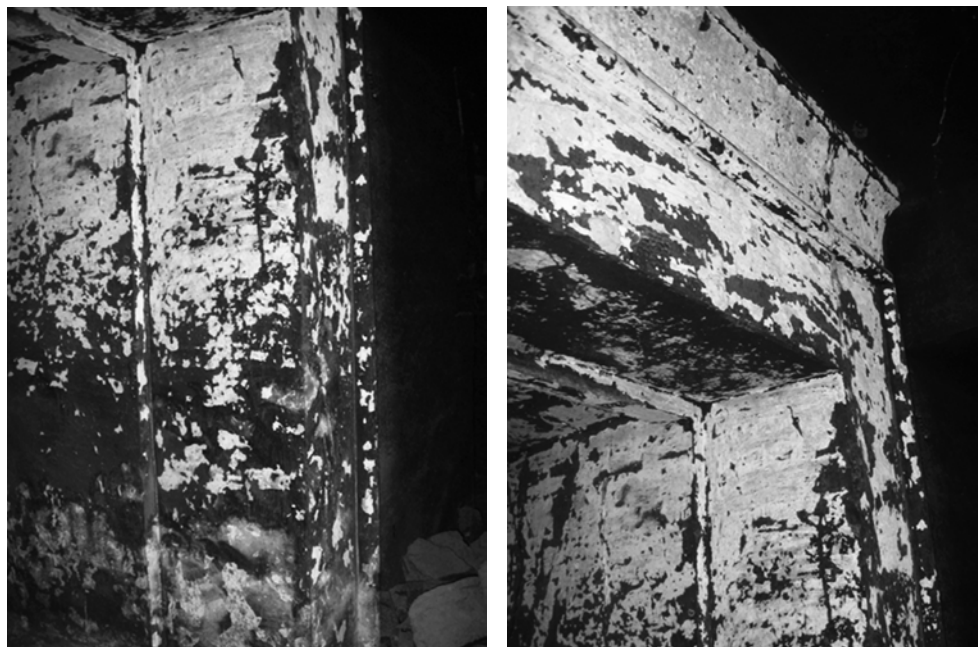


Fig. 7. Detalle de la pérdida irreversible de la policromía en determinadas zonas del nicho central de la tumba QH33.

La naturaleza de los materiales pictóricos empleados por los antiguos egipcios, y la técnica de ejecución pictórica por ellos empleada se sabe que experimentó una evolución progresiva continua durante tres milenios, desde el Reino Antiguo al período Romano (El Goresy, 2000). Los egipcios emplearon tanto pigmentos naturales como sintéticos, cuya naturaleza y manufactura ha permitido construir un esquema cronológico preciso y el reconocimiento, en algunos casos, de su uso restringido al ámbito real o religioso. Los temas sagrados y los patrones de culto permanecieron sin cambios a lo largo de los milenios. No obstante la decoración experimentó continuas mejoras tecnológicas y la introducción de nuevos pigmentos. Los pigmentos empleados por los egipcios antiguos se clasifican en dos categorías: 1) de origen natural, a base de minerales o sus mezclas, tanto de procedencia local como importados, y 2) pigmentos sintéticos preparados usando diferentes materiales y calentando sus mezclas a moderada o alta temperatura.

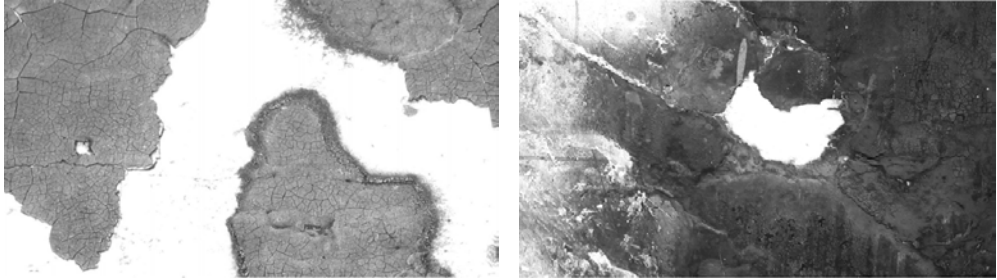


Fig. 8. Detalles del efecto del fuego en la policromía: (a) ennegrecimiento y craquelado de la superficie de la pintura. Nótese el borde quemado de los restos de policromía, y la pérdida total en zonas discretas; (b) pliegues y arrugas en las capas pictóricas, desprendimientos, burbujas, etc. Nótese en la parte izquierda de la figura restos del trazo de figuras.

Entre los *pigmentos naturales* se encuentran: pigmentos blancos, que pueden ser yeso o anhidrita (ambos sulfatos de calcio, bihidratado y anhidro respectivamente), y carbonatos como la calcita ( $\text{CaCO}_3$ ) y la huntita ( $\text{Mg}_3\text{Ca}(\text{CO}_3)_4$ ); pigmentos amarillos, consisten en ocre de hierro, goetita y lepidocrocita, que son óxidos y oxi-hidróxidos de hierro; pigmentos naranja como el rejalgar ( $\text{As}_4\text{S}_4$ ); pigmentos rojos, como la hematites ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), y, pigmentos negros de carbón (procedentes del quemado de madera o huesos de animal) o humo (El Goresy, 2000; Uda et. Al., 2000; Uda, 2005).

Existe constancia de que los *pigmentos sintéticos* ya fueron elaborados en la Dinastía IV. A lo largo de los tres milenios se han identificado cinco pigmentos sintéticos diferentes con un patrón cronológico distintivo: 1) un vidrio azul alcalino rico en cobre usado en el Reino Antiguo hasta el comienzo del Reino Nuevo; 2) un vidrio verde botella/marrón con hierro y potasio, desde el Reino Antiguo hasta el Segundo Periodo Intermedio; 3) azul egipcio, desde el Reino Antiguo hasta el Periodo Romano; 4) wollanstonita verde conteniendo cobre, desde la Dinastía XVIII hasta el Periodo Romano; y 5) azul amarna, una espinela con cobalto usada durante los reinados de Amenophis III y Akhenaton, desapareciendo su uso en el Dinastía XIX. Muy probablemente los artistas egipcios antes del Reino Nuevo no usaron pigmentos verdes en su paleta, ni naturales ni sintéticos, y parece ser que nunca se usó azurita como pigmento azul (El Goresy, 2000).

La cronología de los pigmentos naturales ofrece pistas para distinguir el origen local o importado de los mismos. Así, el yeso, la anhidrita, la calcita y los ocre amarillos fueron usados continuamente desde el Reino Antiguo, e incluso se cree que desde la época Predinástica hasta la época Romana. Estos materiales evidentemente accesibles en todos los tiempos son de origen local. Por el contrario otros pigmentos como la huntita (usada a partir de la Dinastía XVIII) o el rejalgar, permiten datar cronológicamente las pinturas donde se han identificado. El examen preliminar de la tumba QH33 sugiere que en efecto los pigmentos hallados hasta el momento deben corresponder a yeso, hematites y algún tipo de pigmento amarillo a base de oxi-hidróxidos de hierro (evidentemente deben confirmarse con análisis químico-mineralógicos).

No se han podido reconocer otros colores por estar totalmente calcinados. Cuando se retire la arena que rellena la tumba esperamos que aparezca la parte inferior de esta policromía, que posiblemente no esté afectada por el fuego, lo que permitirá analizar e identificar los pigmentos originales sin alterar. En este caso los datos obtenidos podrían ser utilizados para situar cronológicamente las policromías, y así arrojar luz sobre la cronología de la tumba. En particular será de gran interés la naturaleza del pigmento azul, por los motivos arriba mencionados.

La inspección visual de otras tumbas de la colina, en especial de aquellas que contienen decoración policromada en su interior, ha sido fundamental para discernir la naturaleza de la policromía hallada en la tumba QH33, a la vez que ha permitido establecer comparaciones de técnicas pictóricas empleadas en ellas (cronológicamente distintas). No obstante es imprescindible la caracterización de los materiales pictóricos mediante el empleo de técnicas analíticas científicas, a realizar en futuras campañas.

## BIBLIOGRAFIA

- ALBA CARCELÉN, L., GONZÁLEZ-MOZO, A., (2005), Uso de la luz ultravioleta para el estudio del estado de conservación de la pintura de caballete. *II Congreso del GEIIC. Investigación en Conservación y Restauración*. Universidad de Barcelona, 9-11 noviembre, 2005.
- CARDELL, C., RODRÍGUEZ-SIMÓN, L., GUERRA, I. and SÁNCHEZ-NAVAS, A. (2008), Analysis of Nasrid polychrome carpentry at the hall of the Mexuar palace, Alhambra complex (Granada, Spain) combining microscopic, chromatographic and spectroscopic methods, *Archaeometry*, doi:10.1111/j.1475-4754.2008.00438.x
- CARDELL, C., GUERRA, I., ROMERO-PASTOR, J., CULTRONE, G., RODRÍGUEZ-NAVARRO, AB. (2009), Innovative analytical methodology combining micro-X-ray Diffraction, Scanning Electron microscopy-base mineral maps and Diffuse Reflectance Infrared Fourier Transform Spectroscopy to characterize archaeological artifacts, *Analytical Chemistry* 81, 604-611.
- GRECA, R. (2005), *Proposal for a Conservative Intervention*, en: *Al-Khoury, M. & G. Infranca: Final report of the archaeological study and conservation at the site of Gharbi Assuan. By the Italian Mission of I.S.A.D. 19<sup>th</sup> November-1<sup>st</sup> December 2005 and Proposal for the Archaeological and Restoration research activities (2006-2010)*. Inédito.
- MATTEINI, M. y MOLE, A. (2001), *Ciencia y restauración. Método de investigación*. Nerea, Junta de Andalucía – Conserjería de Cultura – IAPH. Nardini Editore, 304 p.
- MARAVELAKI-KALAITZAKI, P., KALLITHRAKAS-KONTOS, N. (2003), Pigment and terracotta analyses of Hellenistic figurines in Crete. *Analytica Chimica Acta* 497, 209-225.
- MAYER, R. (1988), *Materiales y técnicas del arte*. Hermann Blume, Madrid, 687 p.
- EL GORESY, Ahmed (2000), Polychromatic Wall Painting Decorations in Monuments of Pharaonic Egypt: Compositions, Chronology and Painting Technique. In: *Proceedings of the First International Symposium: The wall paintings of Thera*, vol. I, 49-70 (ed S. Sherratt), Petros M. Nomikos and The Thera Foundation, Athens, Greece.  
<http://www.therafoundation.org/articles/art/>
- SALVADÓ, N., BUTÍ, S., TOBIN, M.J., PANTOS, E., PRAG, AJNW, PRADELL, T. (2005), Advantages of the Use of SR-FT-IR Microspectroscopy: Applications to Cultural Heritage, *Analytical Chemistry*, 77 (11), 3444-3451.

UDA, M., SASSA, S., TANIGUCHI, K., NOMURA S., YOSHIMURA, S., KONDO, J., ISKANDER, N., ZAGHLOUL, B. (2000), Touch-free in situ investigation of ancient Egyptian pigments. *Naturwissenschaften* 87:260-263.

UDA, M. (2005), *Characterization of Pigments Used in Ancient Egypt*. In: M. Uda et al. (eds.), *X-rays for Archaeology*, Springer, Chapter I-1, 3-26.