



87.
EL “AZUL MAYA” DE MAYAPÁN.
ANÁLISIS DE MATERIALES Y EVIDENCIA
ETNOARQUEOLÓGICA PARA UNA INDUSTRIA
DE PIGMENTOS DEL PERIODO POSTCLÁSICO

Elizabeth H. Paris, Jennifer Meanwell y Carlos Peraza Lope

XXXI SIMPOSIO DE INVESTIGACIONES
ARQUEOLÓGICAS EN GUATEMALA

MUSEO NACIONAL DE ARQUEOLOGÍA Y ETNOLOGÍA
17 AL 21 DE JULIO DE 2017

EDITORES

BÁRBARA ARROYO
LUIS MÉNDEZ SALINAS
GLORIA AJÚ ÁLVAREZ

REFERENCIA:

Paris, Elizabeth H.; Jennifer Meanwell y Carlos Peraza Lope
2018 El “Azul Maya” de Mayapán. Análisis de materiales y evidencia etnoarqueológica para una industria de pigmentos del periodo Postclásico. En *XXXI Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2017* (editado por B. Arroyo, L. Méndez Salinas y G. Ajú Álvarez), pp. 1083-1093. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.

EL “AZUL MAYA” DE MAYAPÁN. ANÁLISIS DE MATERIALES Y EVIDENCIA ETNOARQUEOLÓGICA PARA UNA INDUSTRIA DE PIGMENTOS DEL PERIODO POSTCLÁSICO

*Elizabeth H. Paris
Jennifer Meanwell
Carlos Peraza Lope*

PALABRAS CLAVE

Yucatán, Mayapan, Pigmentos, Postclásico.

ABSTRACT

Maya Blue, a pigment made from the combination of palygorskite, a clay mineral, and indigo, an organic dye, was highly valued and widely traded during the Postclassic period in ancient Mesoamerica. Our research investigates possible linkages between the Postclassic period Maya city of Mayapan and the production of Maya Blue from palygorskite sources near the modern town of Ticul, which is located about 40 km to the southwest of the site. Palygorskite, known locally as sak lu'um, was familiar to the ancient Maya as a unique substance, which was utilized in the production of Maya Blue pigment. We analyzed eleven samples of blue pigment from Mayapan, using X-ray diffraction in order to document the presence of palygorskite for the first time conclusively at the site. These samples derived from wall mural fragments, effigy incense burners, and chunks of raw pigment, representing six different structures throughout the city of Mayapan. We compare the minerology of the archaeological samples to samples of palygorskite from modern mines near the modern Yucatecan towns of Ticul and Sacalum, including sources newly utilized within the last 10 years. We also present new ethnoarchaeological confirmation of the mining and use production process utilized by contemporary Maya potters.

EL AZUL MAYA

El azul maya es un pigmento hecho de la combinación de palygorskita, un mineral de arcilla aluminio-silicato, con añil, un tinte orgánico (Arnold 1971, 2005; Arnold y Bohor 1976). Este pigmento fue altamente valorado y ampliamente comercializado durante el periodo Postclásico en la antigua Mesoamérica (Arnold 2005; Arnold *et al.* 2007; Arnold *et al.* 2008; Shepard 1962). El pigmento ha recibido considerable atención académica debido a su tono vibrante y su durabilidad en contextos arqueológicos, por causa de que sus nanoestructuras lo hacen inusualmente resistente a los efectos de ácidos débiles, álcalis y otros reactivos (Sánchez del Río *et al.* 2004; Sánchez del Río *et al.*

2006). La palygorskita es llamada sak lu'um o “tierra blanca” en el idioma maya yucateco y fue reconocida por los mayas antiguos como una sustancia única (Arnold 1971; Arnold *et al.* 2007; Arnold *et al.* 2008). El pigmento se produce al calentar la palygorskita con una pequeña cantidad de añil, alrededor del dos por ciento de la mezcla, a una temperatura de 150 grados centígrados aproximadamente (Arnold *et al.* 2008:153). El descubrimiento de añil y palygorskita mezclado con copal en la base de un incensario recuperado en el Cenote Sagrado de Chichén Itzá, sugiere un posible mecanismo para su producción (Arnold *et al.* 2008; Shepard 1962; Shepard y Gottlieb 1962) aunque la evidencia actual sugiere que este método no fue el más común.

El azul maya era un pigmento de uso común en el antiguo arte mesoamericano dentro y más allá del área maya, incluyendo murales, incensarios, figurillas y códices (Arnold *et al.* 2007; Buti *et al.* 2014; Miliani *et al.* 2008; Miliani *et al.* 2012; Miller y Martin 2004). El color fue un elemento central para las famosas pinturas murales en Calakmul, Bonampak, Cacaxtla y El Tajín (Miller y Brittenham 2013). Según el obispo español Diego de Landa, la pintura azul maya también se usaba para santificar las ofrendas rituales arrojadas al Cenote del Sagrado en Chichén Itzá, incluyendo víctimas de sacrificio humano (Tozzer 1941: 117-119). Apoyando esta afirmación, los arqueólogos que dragaron el cenote a principios del siglo XX encontraron una capa de cuatro metros de profundidad de limo azul que había lavado las numerosas ofrendas depositadas ahí (Coggins 1992: 14; Tozzer, 1957: 192, Fig. 707).

EL SITIO DE MAYAPÁN

Durante el periodo Postclásico, el azul maya fue un color prominente en la obra de arte en el sitio de Mayapán, que se convirtió en la capital política del norte de Yucatán después del colapso político de Chichén Itzá y fue la ciudad más grande del mundo maya entre 1100 y 1450 DC (Andrews *et al.* 2003). Los recientes recorridos LiDAR por la ciudad y los alrededores de su muro externo fortificado, sugieren una población de hasta 20,000 personas (Hare *et al.* 2014).

El azul maya es omnipresente a lo largo de los programas de arte público y semipúblico en Mayapán. La ciudad es famosa por sus elaborados murales de estuco pintado y moldeado, sus columnas con deidades antropomorfas elaboradas en estuco modelado, y sus esculturas y estelas talladas en piedra (Milbrath *et al.* 2008; Milbrath *et al.* 2010). El azul maya forma el color de fondo de la elaborada escena de creación acuática pintada en el piso de estuco de la Estructura Q-95 o Templo del Pescador, un edificio funerario en el lado noreste de la zona monumental (Figura 1; Milbrath *et al.* 2010). El color también está presente en algunas de las otras grandes pinturas murales en Mayapán, como un color de fondo para los murales de la Sala de los Discos Solares (Q-161) y los murales del Templo de los Nichos Pintados (Q-80) (Milbrath *et al.* 2010).

El azul maya también fue muy destacado en el arte religioso portátil en Mayapán, particularmente en los incensarios efigie y en objetos más pequeños como copas efigie y figurillas (Thompson 1957). Los incensarios efigie están cronológicamente asociados con la última

mitad de la ocupación de la ciudad, durante los siglos XIV y XV (Masson y Peraza Lope 2014). Entre otros colores, el azul maya destaca en numerosas porciones de las figuras de los incensarios, incluyendo las caras, la ropa, los tocados, las extremidades y los adornos.

METODOLOGÍA

En este estudio, se analizaron un total de 11 muestras de pigmento azul, incluyendo cinco muestras de estuco, cinco muestras de incensarios efigie y una muestra de lo que parecía ser puro pigmento azul maya. También fueron tomadas muestras de pintura azul y roja de un cajete que al parecer fue utilizado por un artista para mezclar pigmentos (Figura 2). Además, se analizaron cuatro muestras de pigmento verde, todas de incensarios efigie. De las muestras azules, hubo una variación sustancial en la sombra del pigmento, que incluyó siete muestras en el tinte azul maya típico, dos muestras de azul claro y dos muestras de azul oscuro. Se obtuvieron varios pigmentos procedentes de la arquitectura religiosa principal de la zona monumental, incluso una muestra de cerámica del Templo Redondo (Q-152) dos fragmentos de estuco del Templo de Kukulcán (Q-162) y una muestra de estuco de la sala columnada Q-54 (Figura 3). Se recuperaron cuatro muestras de cerámica y una muestra de estuco de la Estructura H-15, una sala columnada en el grupo administrativo Itzmal Ch'en, en la parte noreste de la ciudad. Se obtuvieron dos muestras de las residencias de élite en el sector sureste de la ciudad. Se recuperó una muestra de estuco de la Estructura Y-45 y se recuperó un trozo de pigmento azul puro de las excavaciones del salvamento en la Estructura R-106 (Figura 4). Finalmente, se analizó una muestra de palygorskita extraída de una mina actual entre Chapab y Ticul (Figura 5).

Para obtener las muestras de pintura se rasparon con espátulas metálicas las superficies de los fragmentos cerámicos y de estuco, y se recogió el polvo para análisis de difracción de rayos X. Idealmente, se intentó quitar sólo las capas pigmentadas y no incluir la cerámica ni el estuco subyacente, aunque esto no fue posible en todos los casos. Se trataba de probar todas las tonalidades de azul que pudieran ser identificadas entre la colección, incluso muestras sobre ambos tipos de sustrato para determinar si había diferencias entre los pigmentos aplicados en los incensarios efigie y los murales.

RESULTADOS

Entre las 11 muestras de pigmentos azules analizados mediante difracción de rayos X, había ocho que demostraban los picos de arcilla característicos para la palygorskita, verificando que representaban el azul maya. Tres muestras no demostraban picos de palygorskita; entre ellos, una muestra era muy pequeña y sólo producía picos de calcita identificables, probablemente del estuco subyacente debajo del pigmento. Las otras dos muestras sólo incluían calcita y un mineral accesorio del estuco, el cuarzo o la dolomita. Parece probable que en Mayapán se hayan utilizado recetas diferentes para el estuco, ya que algunas de las muestras azules incluían picos de cuarzo, dolomita o ankerita, un carbonato mineral rico en hierro, mientras que otras no.

Dos de las muestras de pigmento azul se destacan por su mineralogía inusual. Una muestra era un pigmento azul que demostraba picos de calcita y ankerita, que son probablemente los principales constituyentes del sustrato de estuco. Esta muestra no demostraba un pico para la palygorskita, tal vez porque el tinte azul claro no incluyó suficiente azul maya para ser detectado en la pequeña muestra de polvo. Contenía un pico que coincide más fuertemente con un silicato de aluminio y sodio, que se encuentra geológicamente como nefelina. También es posible que la muestra azul claro no se haya detectado por el uso de un mineral diferente. Esta hipótesis se ve reforzada por el hecho de que una de las muestras grises parece ser un pigmento azul maya diluido mezclado con sodalita, que es un mineral gris-azul.

La segunda muestra inusual es el pedazo de pigmento azul maya puro recuperado de la Estructura R-106 (Figura 6). Esta muestra azul tiene el conjunto típico de picos de estuco de calcita, dolomita y cuarzo, pero en lugar de que el mineral de arcilla presente sea palygorskita, es caolinita. La presencia de la caolinita es confusa, porque es supuestamente imposible usar cualquier arcilla que no sea palygorskita para hacer azul maya, esto debido a que el añil se une a las estructuras ranuradas particulares de la palygorskita.

Los picos espectrales de los cuatro pigmentos verdes que se analizaron parecen básicamente idénticos a los pigmentos azules que contienen palygorskita, lo que sugiere que estas muestras representan el llamado “verde maya” (Figura 7). Aunque es probable que se agregaba una cantidad de goethita a la pintura para cambiar ligeramente el color de la tonalidad de los pigmentos azules, esto no fue detectable en las muestras

que se analizaban. El análisis por fluorescencia de rayos X revela la ausencia de colorantes verdes a base de cobre. Los pigmentos verdes de malaquita, pseudo-malaquita y veszelyita han sido identificados en Calakmul por Moreno y colegas (2008), pero vale la pena señalar que estos pigmentos a base de cobre fueron utilizados exclusivamente en objetos funerarios de élite y no se usaron en pinturas murales. Más bien, todos los pigmentos verdes de los murales analizados en Calakmul son compuestos de añil y palygorskita, o verde maya.

LAS FUENTES DE PALYGORSKITA DE TICUL

Numerosas fuentes de palygorskita o sak lu’um han sido identificadas en el sur de Yucatán, en el área que rodea el actual municipio de Ticul. Esta ciudad sureña es famosa por su tradición en la producción especializada de cerámica artesanal, y la extracción de sak lu’um es parte del conocimiento indígena entre sus alfareros tradicionales, como lo documenta la extensa investigación etnoarqueológica de Dean Arnold y sus colegas (Arnold 1971, 2005; Arnold y Bohor 1976; Arnold *et al.* 2007; Arnold *et al.* 2008; Arnold *et al.* 2011; Arnold *et al.* 2012). Ticul se encuentra a unos 25 km al sur de Mayapán, y Arnold ha sugerido que las minas que se encuentran en el área pueden haber servido como las fuentes para el azul maya usado en Mayapán. En el año 2015, se visitaron varios talleres de cerámica y minas en el mismo lugar con el fin de obtener muestras de composición de la palygorskita, para comparar con las muestras arqueológicas de Mayapán.

Arnold documenta una serie de minas en la región de Ticul y fue posible verificar el uso continuo de muchos de estos yacimientos (Arnold *et al.* 2012). A partir de 2015, las áreas más explotadas eran fuentes poco profundas a lo largo de ambos lados de la carretera entre Ticul y el pueblo vecino de Chapab, al noreste, en una zona llamada Yo’ Sah Kab o “Sobre la Tierra Blanca”. La mayoría de los mineros de los cuales obtuvimos las muestras eran habitantes de Chapab, que trabajaban en grupos de dos a cuatro hombres, parientes entre sí, que laboraban media jornada y vendían la palygorskita a los talleres alfareros comerciales en Ticul. Como lo describen Arnold y sus colegas, esta zona se caracteriza por una capa mixta de palygorskita y gravilla que se encuentra entre 1.0 y 2.5 m por debajo de la superficie, sobre una capa de palygorskita de 1.0 a 1.5 m de espesor. Los mineros generalmente excavaban un túnel horizontal en la medida en que la estabilidad de los depósitos les permitían (Figura 8). Una vez que los trozos

de palygorskita son llevados a la superficie, los mineros rompen los trozos con picos y mazos (Figura 9), y pasan los fragmentos varias veces a través de una malla de alambre (Figura 10). Se empaca la arena palygorskita en costales y se los llevan a Ticul para venderlos. El análisis de difracción por rayos X de una muestra de este material confirma la presencia de palygorskita mezclada con calcita.

En otros casos, encontramos a los alfareros saliendo de las minas o bien extrayendo la palygorskita. En particular, el dueño de un taller alfarero tenía una mina a lo largo del camino hacia el pueblo de Sacalum, cuyo nombre es una transliteración en español de sak lu'um, lo que sugiere la antigüedad de las prácticas mineras en esta área. El pueblo de Sacalum se ubica aproximadamente a 13 kilómetros al noroeste de Ticul. El propietario del taller y su sobrino estaban minando palygorskita a partir de un corte de maquinaria, por lo que esta área no pudo haber sido explotada prehispánicamente, y no se observaron minas cercanas ni materiales arqueológicos. Sin embargo, se obtuvieron muestras de palygorskita para consideraciones más amplias de la variabilidad composicional en los depósitos mineralógicos regionales.

Los alfareros de Ticul han usado generalmente palygorskita como desgrasante para su producción cerámica, ya sea para la venta local en talleres, o bien en lugares turísticos como Mérida, Cancún y otras ciudades. En dos talleres había bolsas de arena de palygorskita cernida y cubetas con pequeños fragmentos y nódulos de palygorskita obtenidos directamente de las minas. Debido a que la palygorskita también posee cualidades refractarias, los fragmentos de palygorskita se incorporaron en las paredes de los grandes hornos alfareros.

CONCLUSIONES

Se identifica positivamente el uso de compuestos de añil-palygorskita en la producción de azul maya y verde maya en la ciudad de Mayapán durante el periodo Postelásico. También proporciona datos adicionales de la existencia de vínculos sospechosos entre los artesanos de Mayapán y las fuentes palygorskitas de Ticul hacia el sur. Sin embargo, los resultados fueron sorprendentes en varios aspectos, como la documentación de la presencia de caolinita en un trozo de pigmento crudo, planteando la posibilidad de que algunos pigmentos azules mayas se mezclaran con la arcilla caolín. El estudio también plantea la posibilidad de que el feldspatoide podría haber sido utilizado como un mecanismo

alternativo para realizar los tonos grises y azules claros. Estas conclusiones son provisionales y se necesita más muestreo e investigación para aclararlos. También, estos datos sugieren que muchos de los verdes utilizados en la ciudad fueron compuestos de añil-palygorskita en lugar de pigmentos a base de cobre. El uso de pigmentos verdes a base de cobre en Mayapán se planteó inicialmente como una posibilidad, dada la importancia de la metalurgia de las aleaciones de cobre en el sitio (Meanwell *et al.* 2013; Paris 2008; Paris y Peraza Lope 2013). Sin embargo, en su lugar parece que tanto la producción de los pigmentos azules y verdes estaban situados dentro de las duraderas tradiciones locales de minería y el uso de minerales arcillosos en el noroeste de Yucatán.

AGRADECIMIENTOS

Las investigaciones arqueológicas en la zona de Mayapán han sido financiadas por la Fundación Nacional de Ciencias de los Estados Unidos de América en el programa de Arqueología (Masson/Peraza Lope/Hare: Nos. 1144511, 0742128, 0109426); y del Comité de Investigación y Exploración de National Geographic (Masson/Peraza Lope/Hare: Grant Number 8598-1) bajo el permiso del Consejo de Arqueología del Instituto Nacional de Antropología e Historia. Nuestro agradecimiento a Timothy S. Hare, Pedro Delgado Kú, Bárbara Escamilla Ojeda, Wilberth Cruz Alvarado y Luis Flores Cobá por su asistencia en varios aspectos del proyecto, así como a la University of Calgary y el Center for Materials Research in Archaeology and Ethnology del Massachusetts Institute of Technology.

REFERENCIAS

- ANDREWS, Andrews P.; E. Wyllys Andrews, y Fernando Robles Castellanos
2003 The Northern Maya Collapse and its Aftermath. *Ancient Mesoamerica* 14(1):151-156.
- ARNOLD, Dean E.
1971 Ethnominerology of Ticul, Yucatán potters: etics and emics. *American Antiquity* 36:20-40.
- ARNOLD, Dean E.
2005 Maya Blue and palygorskite: a second possible pre-Columbian source. *Ancient Mesoamerica* 15:51-62.

- ARNOLD, Dean E. y Bruce F. Bohor
1976 An ancient attapulgitite mine in Yucatán. *Katunob* 8:25-34.
- ARNOLD, Dean E.; Hector Neff, Michael D. Glascock y Robert J. Speakman
2007 Sourcing the palygorskite used in Maya Blue: a pilot study comparing the results of INAA and LA-ICP-MS. *Latin American Antiquity* 18: 44-58.
- ARNOLD, Dean E.; Jason R. Branden, Patrick R. Williams, Gary M. Feinman y J. P. Brown
2008 The first direct evidence for the production of Maya Blue: rediscovery of a technology. *Antiquity* 82:151-164.
- ARNOLD, Dean E.; Jason R. Branden, Patrick R. Williams, Gary M. Feinman y J. P. Brown
2011 La primera evidencia de producción de azul maya: redescubriendo una tecnología mesoamericana olvidada. En *Mesoamérica: Debates y Perspectivas* (editado por E. Williams, M. García Sánchez, P. C. Weigand y M. Gándara), pp.199-218. Colegio de Michoacán, Mexico.
- ARNOLD, Dean E.; Bruce F. Bohor, Hector Neff, Gary M. Feinman y Patrick Ryan Williams, Laure Dussubieux, y Ronald Bishop
2012 The first direct evidence of pre-columbian sources of palygorskite for Maya Blue. *Journal of Archaeological Science* 39: 2252-2260.
- BUTI, D.; D. Domenici, C. Miliani, C. García Sáiz, T. Gómez Espinoza, F. Jiménez Villalba, A. Verde Casanova, A. Sabía de la Mata, A. Romani, F. Presciutti, B. Doherty, B.G. Brunetti, y A. Sgamellotti
2014 Non-invasive investigation of a pre-Hispanic Maya screenfold book: The Madrid Codex. *Journal of Archaeological Science* 42:166-178.
- COGGINS, Clemency C.
1992 Dredging the cenote. En *Artifacts from the Cenote of Sacrifice, Chichén Itzá, Yucatán, vol. 10 (3)* (editado por Clemency Coggins), pp. 9-31. Harvard University Press, Cambridge.
- HARE, Timothy, Marilyn Masson, y Bradley Russell
2014 High-Density LiDAR Mapping of the Ancient City of Mayapán. *Remote Sensing* 6:9064-9085.
- MASSON, Marilyn A. y Carlos Peraza Lope
2014 Archaeological Investigations of an Ancient Urban Place. En *Kukulkan's Realm: Urban Life at Ancient Mayapán* (editado por M. A. Masson y C. Peraza Lope), pp.1-38. University Press of Colorado, Boulder.
- MEANWELL, Jennifer; Elizabeth H. Paris, Wilberth Cruz Alvarado, y Carlos Peraza Lope
2013 Metallurgical Ceramics from Mayapán, Yucatán, Mexico. *Journal of Archaeological Science* 40: 4306-4318.
- MILBRATH, Susan; James Aimers, Carlos Peraza Lope y Lynda Florey Folan
2008 Effigy Censers of the Chen Mul Modeled Ceramic System and their Implications for Late Postclassic Maya Interregional Interaction. *Mexicon* 30:104-112.
- MILBRATH, Susan; Carlos Peraza Lope y Miguel Delgado Kú
2010 Religious Imagery in Mayapán's Murals. *The PARI Journal* 10(3): 1-10.
- MILIANI, C.; A. Romani y G. Favaro
1998 A spectrophotometric and fluorimetric study of some anthraquinoid and indigoid colorants used in artistic paintings. *Spectrochimica Acta Part A* 54: 581-588.
- MILIANI, C.; D. Domenici, C. Clementi, F. Presciutti, F. Rosi, D. Buti, A. Romani, L. Laurencich Minelli y A. Sgamellotti
2012 Colouring materials of pre-Columbian codices: non-invasive in situ spectroscopic analysis of the Codex Cospi. *Journal of Archaeological Science* 39:672-679.
- MILLER, Mary Ellen y Simon Martin
2004 *Courtly Art of the Ancient Maya*. Thames & Hudson, London.
- MILLER, Mary Ellen y Claudia Brittenham
2013 *The spectacle of the Late Maya court: reflections on the murals of Bonampak*. University of Texas Press, Austin.
- MORENO, Renata Garcia; David Strivay y Bernard Gilbert
2008 Maya blue-green pigments found in Calakmul, Mexico: A study by Raman and UV-visible spectroscopy. *Journal of Raman Spectroscopy* 39:1050-1056.

PARIS, Elizabeth H.

2008 Metallurgy, Mayapán and the Postclassic World System. *Ancient Mesoamerica* 19(1):43-66.

PARIS, Elizabeth H., y Carlos Peraza Lope

2013 Breaking the Mold: The Socioeconomic Significance of Metal Artifacts at Mayapán. En *Archaeometallurgy in Mesoamerica: Current Approaches and New Perspectives* (editado por Scott E. Simmons y Aaron N. Shugar), pp.161-201. University of Colorado Press, Boulder.

SÁNCHEZ DEL RÍO, P.; Martinetto, A. Somogyia, C. Reyes-Valerio, E. Dooryheé, N. Peltier, L. Alianellid, B. Moignarde, L. Pichone, T. Calligaroe y J.-C. Drane

2004 Microanalysis study of archaeological mural samples containing Maya blue pigment. *Spectrochimica Acta Part B* 59: 1619- 1625.

SÁNCHEZ DEL RÍO, P.; Martinetto, C. Reyes-Valerio, E. Dooryheé y M. Suarez

2006 Synthesis and acid resistance of Maya Blue pigment. *Archaeometry* 48(1):115-30.

SHEPARD, Anna O.

1962 Maya Blue: an alternative hypotheses. *American Antiquity* 27: 565-566.

SHEPARD, Anna O. y H.B. Gottlieb

1962 Maya Blue: Alternative Hypotheses. *Notes from a Ceramic Laboratory No. 1*. Carnegie Institution of Washington, Washington, D.C.

THOMPSON, J. Eric S.

1957 Deities Portrayed on Censers at Mayapan. *Current Reports No. 40*. Carnegie Institution of Washington, Department of Archaeology, Washington, DC.

TOZZER, Alfred M.

1941 *Landa's Relacion De Las Cosas De Yucatan*. Peabody Museum of American Archaeology and Ethnology, Cambridge, MA.

1957 *Chichén Itzá and its Cenote of Sacrifice: A Comparative Study of the Contemporaneous Maya and Toltec*. *Memoirs of the Peabody Museum of Archaeology and Ethnology*, vol. 11-12. Harvard University, Cambridge, MA.



Figura 1. El Templo del Pescador, Mayapán. Fotografía de Elizabeth Paris.



Figura 2. Muestras de pintura azules y rojas en la posible paleta de pintura del artista del Templo Redondo, Q-152. Fotografía de Elizabeth Paris.

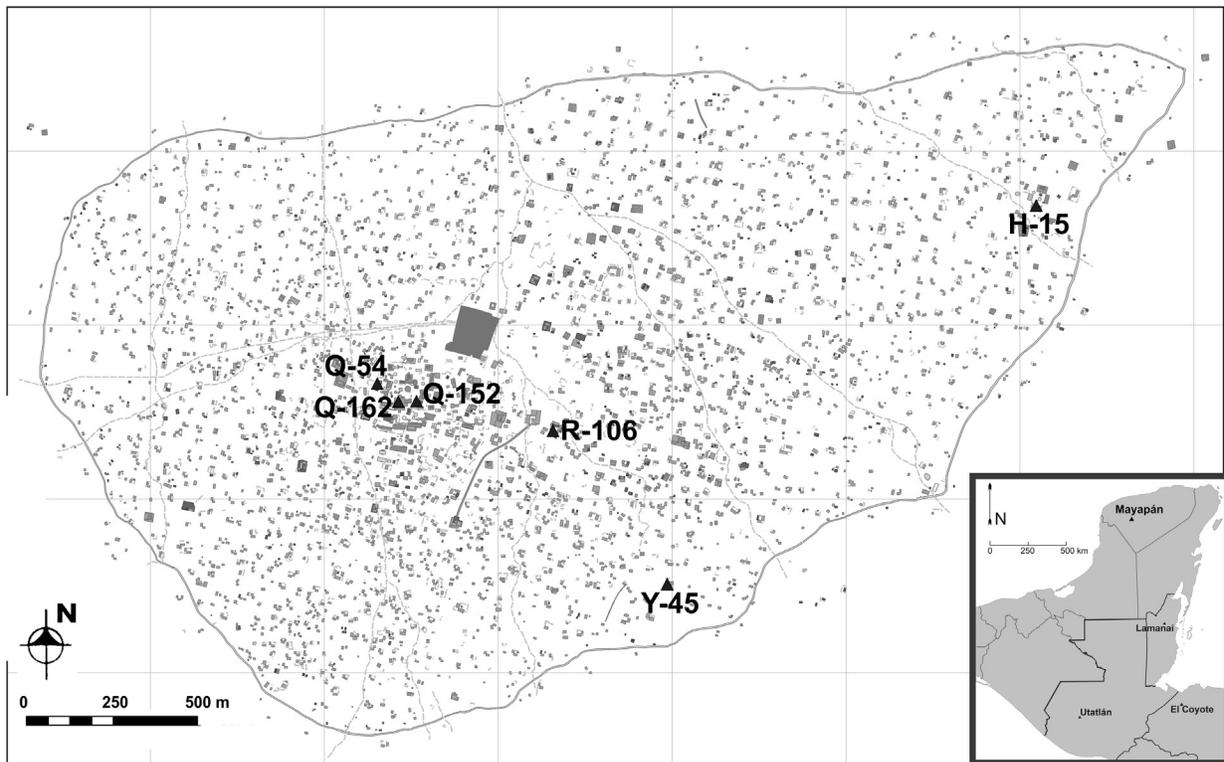


Figura 3. Mapa de Mayapán que muestra las ubicaciones de las muestras de azul maya. Dibujo de Timothy Hare y Elizabeth Paris.



Figura 4. Una muestra que parecía ser puro pigmento azul maya, hallado en la estructura R-106. Fotografía de Jennifer Meanwell.

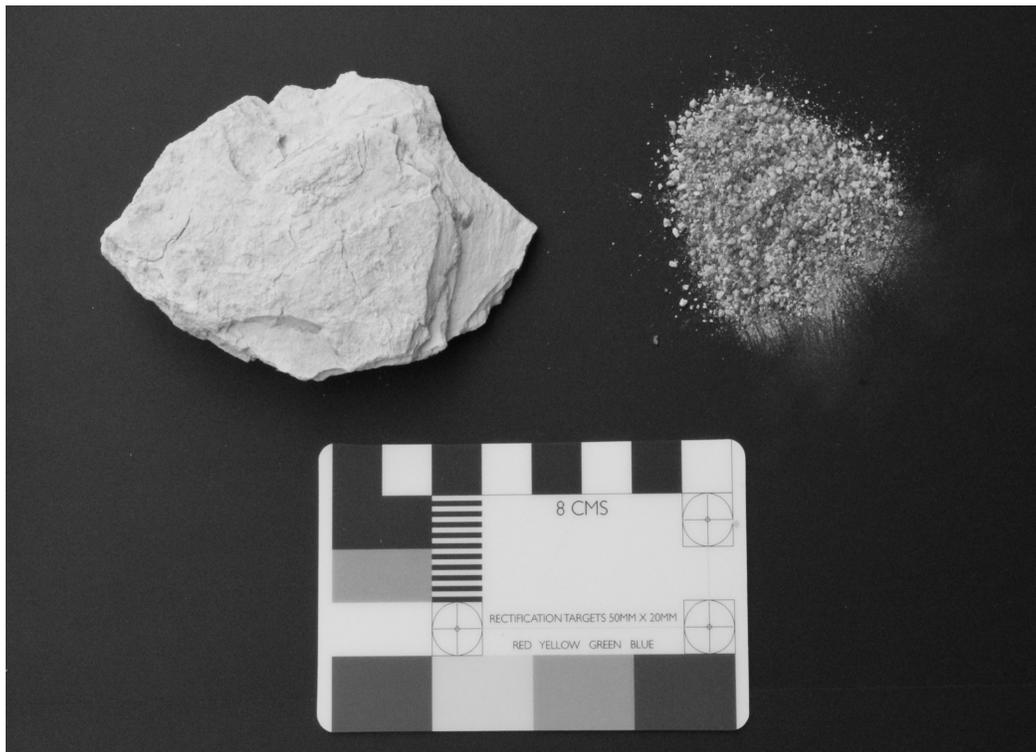


Figura 5. Muestras de palygorskita extraída de una mina actual entre Chapab y Ticul. Fotografía de Elizabeth Paris.

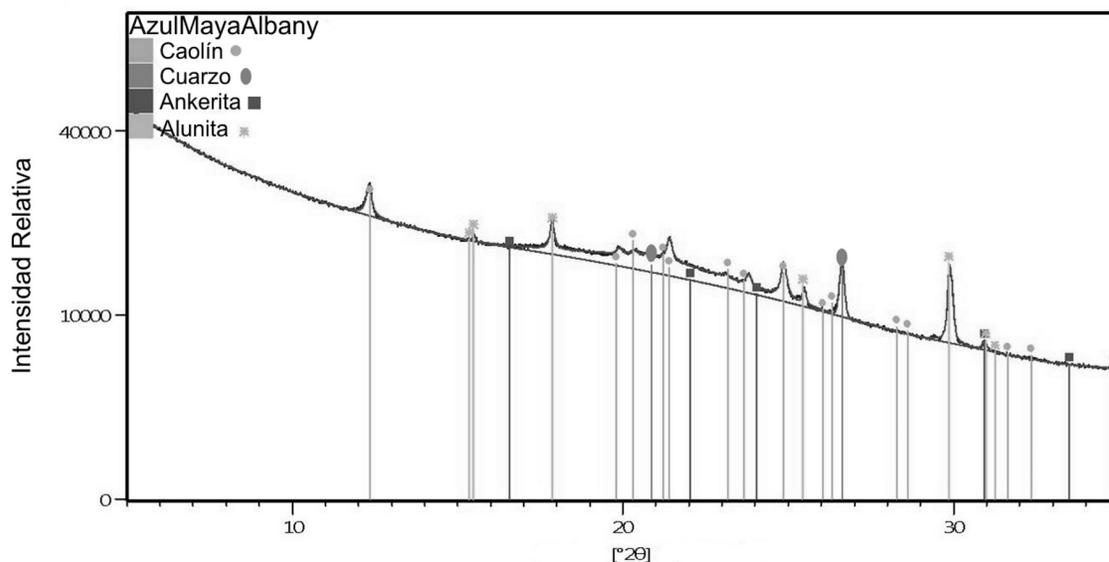


Figura 6. Perfil de análisis de difracción de rayos X, que demostraba los picos de arcilla característicos para palygorskita de la muestra de puro pigmento azul maya de la estructura R-106. Dibujo de Jennifer Meanwell.

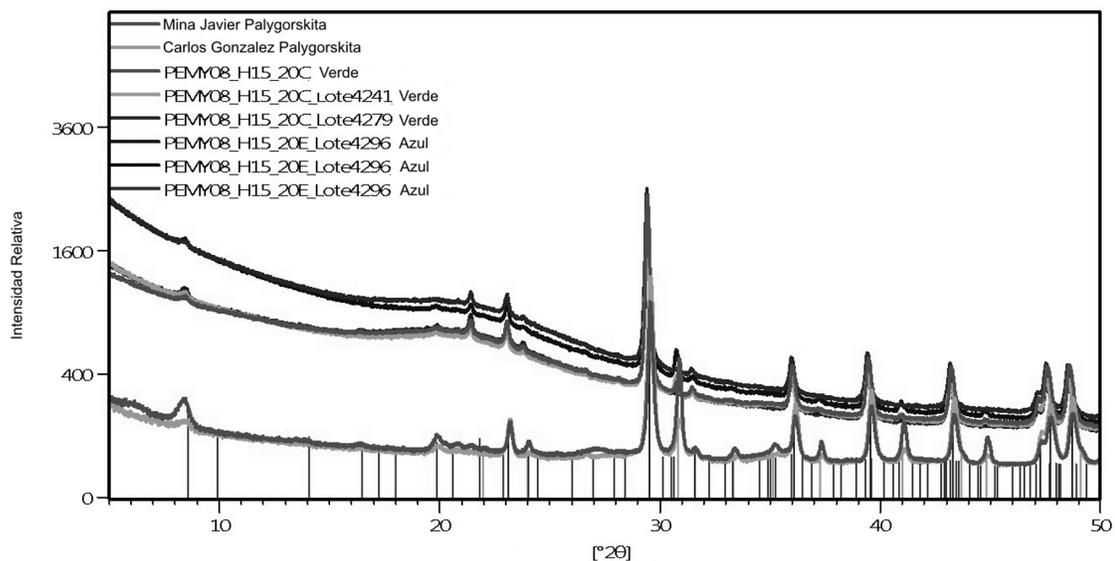


Figura 7. Perfil de análisis de difracción de rayos X, que demostraba los picos de arcilla característicos para palygorskita de varias muestras de azul maya y verde maya. Dibujo de Jennifer Meanwell.



Figura 8. Mina actual de palygorskita entre Chapab y Ticul. Fotografía de Elizabeth Paris.

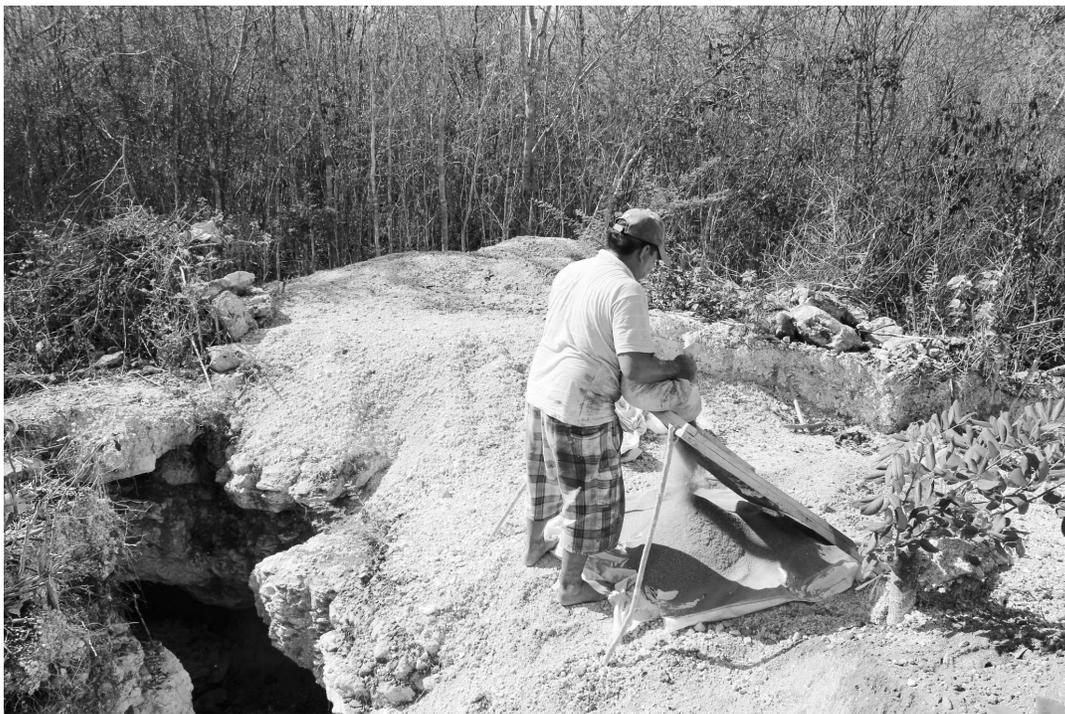


Figura 9. Minadores de palygorskita rompiendo los trozos con picos y mazos de madera.
Fotografía de Elizabeth Paris.



Figura 10. Minadores pasando los fragmentos de palygorskita a través de una malla de alambre.
Fotografía de Elizabeth Paris.