



79.

**AZUL MAYA Y PIGMENTOS NARANJA
DE UN DIOS XIPE TOTEC DEL SITIO
ARQUEOLÓGICO CARRANZA, MUNICIPIO
DE AGUILARES, DEPARTAMENTO
DE SAN SALVADOR, EL SALVADOR.**

UN ESTUDIO A TRAVÉS DE ESPECTROSCOPIA DE FOURIER,
SEM Y DIFRACCIÓN DE RAYOS X

Claudia A. Ramírez y Toshiya Matsui

XXXII SIMPOSIO DE INVESTIGACIONES
ARQUEOLÓGICAS EN GUATEMALA

MUSEO NACIONAL DE ARQUEOLOGÍA Y ETNOLOGÍA
23 AL 27 DE JULIO DE 2018

EDITORES

BÁRBARA ARROYO

LUIS MÉNDEZ SALINAS

GLORIA AJÚ ÁLVAREZ

REFERENCIA:

Ramírez, Claudia A. y Toshiya Matsui

2019 Azul Maya y pigmentos naranja de un dios Xipe Totec del sitio Arqueológico Carranza, municipio de Aguilares, departamento de San Salvador, El Salvador. Un estudio a través de espectroscopia de Fourier, SEM y Difracción de rayos X. En *XXXII Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2018* (editado por B. Arroyo, L. Méndez Salinas y G. Ajú Álvarez), pp. 969-978. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.

AZUL MAYA Y PIGMENTOS NARANJA DE UN DIOS XIPE TOTEC DEL SITIO ARQUEOLÓGICO CARRANZA, MUNICIPIO DE AGUILARES, DEPARTAMENTO DE SAN SALVADOR, EL SALVADOR.

UN ESTUDIO A TRAVÉS DE ESPECTROSCOPIA DE FOURIER,
SEM Y DIFRACCIÓN DE RAYOS X

*Claudia A. Ramírez
Toshiya Matsui*

PALABRAS CLAVE

Conservación, pigmentos, tierra, índigo, óxido ferroso.

ABSTRACT

This research is a first time analysis done on Salvadoran pottery that contains Maya blue pigment. Previous findings of Maya blue on Salvadoran pottery were merely descriptive. The present paper describes how the pigment was extracted from a broken Xipe Totec effigie, which was found in a very well documented excavation at the archaeological site of Carranza, Aguilares, El Salvador. Also what type and how the analyses were conducted. Samples of orange and blue pigment were extracted and were analyzed using x ray diffraction, Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR), Microscope and polarized light.

INTRODUCCIÓN

El análisis de los materiales culturales es una de las áreas que resultan difíciles para países de América Latina, principalmente en El Salvador. Esto ocurre principalmente porque no existen equipos especializados para realizar dichos estudios, debido a sus altos costos y falta de personal capacitado. Por lo tanto, cuando se trata de restos arqueológicos solo se puede inferir sobre los pigmentos utilizados en dichos restos. Sin embargo, en el campo de la conservación es necesario conocer de manera científica los materiales, ya que estos pueden brindar mayor información sobre el origen, procedencia, y sobre como poder de manera eficiente preservar dichos materiales.

Con este fin, se inició el Proyecto “Análisis de pigmentos y estuco en cerámica e imaginería salva-

doreña”. El objetivo de dicho proyecto es conocer la secuencia de pigmentos utilizados en la cerámica e imaginería en El Salvador, a través de los diferentes periodos y de la aparición, desaparición y/o uso continuo de ciertos pigmentos. Para lo cual se cuenta con el apoyo del Dr. Toshiya Matsui, Profesor de la Cátedra de Ciencia de la Conservación en la Universidad de Tsukuba, Japón.

Como parte de dicho estudio se incluyó el análisis de los pigmentos de un Xipe Totec excavado en el sitio arqueológico de Carranza, Aguilares, Departamento de San Salvador. Dicha escultura se encontró recubierta con pigmentos de color amarillo y color rojo. Asimismo, se localizó restos de un pigmento azul sobre detalles decorativos de la escultura. Este es el primer estudio científico a realizarse sobre el famoso Azul Maya en una escultura de un Xipe Totec, de una pieza do-

cumentada arqueológicamente en El Salvador y no de colección privada.

UBICACIÓN DEL SITIO ARQUEOLÓGICO CARRANZA

El sitio arqueológico de Carranza está ubicado en la Hacienda San Cristobalito, ubicado al oriente de Aguilares, en el Departamento de San Salvador.

En el año 2002, la Fundación Nacional de Arqueología (FUNDAR) realizó una excavación en el sitio arqueológico de Carranza, en Aguilares. Dichas excavaciones formaron parte del Proyecto de Cihuatán-Las Marías. El objetivo fue el de evitar la destrucción de las plataformas existentes en el sitio e identificar restos de esculturas de Xipe Totec encontradas sobre una de las plataformas. Durante dichas excavaciones se localizaron dos esculturas de Xipe Totec, las cuales son las primeras esculturas que han sido documentadas arqueológicamente en El Salvador.

Paul Amaroli describe el sitio de la siguiente manera: *“Dos plataformas pequeñas de aproximadamente 12 a 15 metros en diámetro y entre 50 y 100 cm de altura. Varias otras plataformas habían sido arrasadas por el cultivo de caña. En la superficie se notó la presencia de cerámica plomiza Tohil, policroma Nicoya y Cotazol. Los primeros dos tipos son marcadores del Postclásico temprano (900 a 1200 DC). Mientras que el Cotazol se parece extender del Clásico Terminal (850-900 DC) al Postclásico Temprano. Sobre una plataforma se observó tres tiestos que se consideraba como posiblemente una escultura de dios Xipe Totec”* (Amaroli 2002:2).

INVESTIGACIÓN ARQUEOLÓGICA

En febrero de 2002 se inició el levantamiento topográfico en el sitio y se registraron dos estructuras denominadas 1 y 2. Se continuó con el reconocimiento para delimitar el sitio. Aunque se cree que es más grande de lo previsto. Asimismo, en marzo se iniciaron las excavaciones de rescate en la estructura 1, realizándose en ella un pozo denominado Operación 1 (Op. 1). Más del 80% de los fragmentos asociados al Xipe Totec estaban concentrados dentro de la Operación 1.5 (Op. 1.5). Se cree que la escultura fue quebrada y depositada como ofrenda. *“La mayoría de los fragmentos son de cuerpo, con el pellejo vestido indicado por pastillaje similar a escamas con pintura amarilla. Se han encontrado fragmentos de ambos pies izquierdo y derecho, de la mano derecha y de la cabeza, incluyendo su nariz. Los frag-*

mentos indican que se trata de una escultura de pie...” (Amaroli 2002: 7).

MUESTREO DE LOS PIGMENTOS

Para el presente estudio se tomaron muestras de diversas áreas de los tiestos del dios Xipe Totec (Fig.1). Las muestras en cuestión fueron extraídas por medios mecánicos, con bisturí y almacenadas en una pequeña bolsa ziploc. Las cuales fueron llevadas al Laboratorio de Conservación en la Universidad de Tsukuba, Japón. El pigmento azul fue extraído de dos muestras de decoración al pastillaje encontradas en las bolsas que fueron entregadas al Departamento de Registro e Inventario del Ministerio de Cultura (Fig.2).

Las muestras fueron catalogadas como C3 y C4 las cuales contenían pigmento amarillo; y C5 y C6 como las que contenían pigmento azul (Fig.3).

PIGMENTOS

CLASIFICACIÓN DE LOS COLORANTES

Se catalogan como orgánicos, inorgánicos y sintéticos. Los orgánicos son compuestos que contienen carbón, hidrogeno, oxígeno, nitrógeno, azufre y otros elementos. Son derivados de fuentes vegetales o animales e incluyen ejemplos como el índigo o la cochinilla. Por lo general, los colorantes orgánicos son fugitivos, especialmente cuando son expuestos a la luz (Gettens y Stout: 1966:121). Los colorantes inorgánicos son manufacturados de minerales y minas e incluyen colorantes como el amarillo ocre, cinabrio y tierra verde. En su mayoría los colorantes inorgánicos son considerados estables y permanentes (Haude 1997).

Amarillo

Existen diversos tipos, para este estudio se logró comprobar que este pigmento es de origen mineral o de tierra, el cual al ser mezclado con otros medios o aglutinantes sirvieron para pintar superficies. Las tierras de color son consideradas de origen natural inorgánicas. Estos varían de los amarillos y ocre como el color Siena natural. Los cuales hacen referencia a las tierras de la Toscana. Ya que en esa región eran conocidos por sus óxidos de hierro de esa tonalidad.

En América Latina, es común llamarlos tierra amarilla, ocre u óxidos de hierro.

Azul Maya

El azul maya es un inusual pigmento que posee una estructura molecular que combina una pequeña cantidad de añil y la arcilla *palygorskita*, también llamada *atapulgita*. Actualmente se utiliza el término de *atapulgita* principalmente para el rubro de la construcción.

Este pigmento fue muy conocido y utilizado en cerámica, escultura y pinturas murales desde el Preclásico hasta tiempos coloniales en el centro y sur centro de Mesoamérica. Era considerado un color litúrgico y de sacrificio.

La tinta extraída del añil proviene de las hojas de la planta de *Xiquilite* (*Indigofera suffruticosa*), la cual crece en México, Centro América y Sur América. Conocido también como índigo, los Aztecas lo llamaban “*xuiquilil*”, los españoles como “azul de añil”.

El azul maya varía desde un azul brillante, a un color ligeramente verde o turquesa. Se considera un producto o derivado sintético, pues está compuesto por arcilla inorgánica y el colorante azul orgánico. Dicha combinación o fusión se da por calentamiento de la arcilla con el añil. Aunque también hay otros minerales añadidos como la montmorillonita y sepiolita.

Fue en 1942 que los investigadores Rutherford J. Gettens y George L. Stout lo denominaron Azul Maya, fue en la década de 1960 que se dio un surgimiento para investigar al azul maya. El azul maya ha sido intensamente estudiado. Se ha podido comprobar que es un colorante estable y “resistente a los ácidos, álcalis, solventes y oxidantes, al calor moderado e incluso a la biocorrosión” (José-Yacamám *et al.* 1996).

Otro de los factores que sirven mucho para identificar al azul maya es que es *plecroico*, es decir la facultad de absorber la luz de distinta manera y observarse con distintas coloraciones dependiendo de la orientación en la cual se colocó en el microscopio. Por lo general se observan de tonalidad rosa.

Fue muy utilizado sobre “murales, objetos de cerámica e iluminación de manuscritos”. Investigadores como Dean E. Arnold y Bruce F. Bohor afirman que en tiempos precolombinos el azul maya fue usado exclusivamente para propósitos ceremoniales. El uso del color azul maya se extendió desde tiempos precolombinos hasta el Siglo XX en México y el Siglo XIX en Cuba (José-Yacamám *et al.* 1996).

ANÁLISIS CIENTÍFICOS MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO (SEM)

El microscopio electrónico de barrido (MEB o SEM, por *Scanning Electron Microscope*) es una técnica de microscopía electrónica capaz de producir imágenes de alta resolución de la superficie de una muestra utilizando las interacciones electrón-materia. Utiliza un haz de electrones en lugar de un haz de luz para formar una imagen. Los microscopios electrónicos sólo pueden ofrecer imágenes en blanco y negro puesto que no utilizan la luz visible.

Este instrumento permite la observación y caracterización superficial de materiales inorgánicos y orgánicos, entregando información morfológica del material analizado. A partir de él se producen distintos tipos de señal que se generan desde la muestra y se utilizan para examinar muchas de sus características. Con él se pueden observar los aspectos morfológicos de zonas microscópicas de diversos materiales, además del procesamiento y análisis de las imágenes obtenidas.

Para este estudio se realizó un Pt coating para la observación a través de SEM con JEOL DII-29010SCR Smart Coater. Las observaciones fueron realizadas a través de un equipo Keyence VE-9800 bajo las condiciones de 5 kV voltaje de rayo de electrones.

ANÁLISIS A TRAVÉS DE DIFRACCIÓN DE RAYOS X

El análisis de Difracción de Rayos X (DRX o XRD) general para identificación de fase/composición distingue los compuestos mayores, menores, y de traza presentes en una muestra. Los resultados comúnmente incluyen el nombre (común) de la sustancia, su fórmula química, sistema cristalino, y número de patrón de referencia de la Base de Datos ICDD. Por lo general se puede subdividir por Fase Mayor, Fase Menor y Fase de traza (Figs. 4 a 7).

Las medidas del análisis de difracción de rayos X XRD para este estudio fueron realizadas con el equipo Bruker AXS, D8 ADVANCE/TSM bajo condiciones de 1.542 nm CuK, con radiación a 40mV/40mA, sobre intervalos 5°-90° 2 θ , a una velocidad de escaneo de 0.4 sec/paso (9000 pasos en total). El Software utilizado fue el DIFFRACT. EVA (Versión 3.2) y se utilizó la base de datos de ICDD para identificar los contenidos cristalinos de las muestras.

Una de las dificultades que se encuentran en el análisis de dichos pigmentos es la pequeña concentración del tinte. Es decir, tanto en XRD y FTIR (micro espectroscopia de Fourier) la cantidad de tinte es mínima o de baja concentración ya que ésta se ve afectada por la arcilla, la palygorskita. Esto se vuelve problemático al esperarse que el tinte se encuentre en concentraciones más altas, pero en realidad está completamente dominado por la presencia de la arcilla.

El azul maya, el cual es considerado como el mejor ejemplo de nano tecnología a nivel prehispánico en Mesoamérica, así como uno de los más resistentes pigmentos creados por el hombre. Tiene el elemento común que es la arcilla. La palygorskita según varios autores se limita a una fuente en Yucatán.

Dado el hecho que se ha encontrado dicho mineral en las muestras de Carranza, se podría suponer que este fue producto de una fuente de comercio o intercambio. Autores como Arnold, Neff, Glascock y Speakman (2017) difieren en dicha teoría. Según el artículo: "Sourcing the Palygorskite Used in Maya Blue: A Pilot Study Comparing the Results of INAA and LA-ICP-MS", Arnold y colegas (2017) proponen que se encuentran varios lugares en diferentes lugares del área Maya en las cuales se encuentra la palygorskita. Esta teoría es más plausible. Según estudios de ingeniería civil y estudios de suelos de la Universidad de El Salvador, se sabe que hay fuentes de palygorskita en el oriente de El Salvador.

No se está afirmando que estas sean las fuentes del mineral para las muestras de Carranza, pero es importante considerar las implicaciones y comprender cómo se dio la distribución del azul maya. Habría que considerar que la enseñanza en la fabricación del azul maya podría ser un conocimiento compartido, así como el su elaboración y distribución del pigmento como parte de esa red comercial o intercambio dentro del área sur de la frontera Maya.

ESPECTROSCOPIA DE INFRARROJO MEDIANTE LA TRANSFORMADA DE FOURIER

Uno de los problemas en los análisis por medios químicos o por análisis de difracción es que no es posible detectar los restos orgánicos. Es por ello la importancia del uso de la espectroscopia de infrarrojo mediante la transformada de Fourier, la cual a través de un espectrómetro se logra identificar las sustancias orgánicas complejas y su espectro de infrarrojo. Es una técnica que requiere de una muestra excepcionalmente pequeña y no es destructiva.

Mientras que por medios químicos es imposible separar el pigmento de la arcilla, la espectroscopia de infrarrojo mediante la transformada de Fourier lo logra al realizar una obtención por separado del espectro de la arcilla y del pigmento.

Para dicho análisis, la muestra fue extraída por medio mecánico con un bisturí de la decoración.

Por lo general se utiliza una curva del azul maya (patrón) que se han realizado en otras investigaciones por otros investigadores de manera comparativa, así como de la arcilla (Fig.8).

Las medidas del FTIR para este estudio fueron realizadas con un espectrómetro FTIR equipado con una unidad ATR Perkin Elmer, Spectrum One B, en una habitación a temperatura de ambiente, desde 4000 cm^{-1} a 400 cm^{-1} con una resolución de 4 cm^{-1} , y con 64 scans promediados. Las correcciones de la línea base fueron realizadas por el Software Spectrum v3.00 de Perkin Elmer.

La explicación del análisis del FTIR del Prof. Toshiya Matsui (vía correo electrónico) se detalla a continuación:

"Las muestras se pueden dividir en dos grupos por los picos:

Muestra 1: Muestra no correspondiente a Carranza.

Muestra 2: Muestra no correspondiente a Carranza.

Muestra 3: Tiene picos característicos de minerales de arcilla: tienen los picos alrededor de los 3600 cm^{-1} . Hay varios picos de absorción que son amplios (frecuentes en material inorgánico) y pocos picos puntiagudos (característicos de material orgánico).

Muestra 4: 6 tienen picos característicos de minerales de arcilla: tienen dos picos alrededor de los 3600 cm^{-1} . Hay varios picos de absorción que son amplios (frecuentes en material inorgánico) y pocos picos puntiagudos (característicos de material orgánico).

Muestra 5: 6 tienen picos característicos de minerales de arcilla: tienen dos picos alrededor de los 3600 cm^{-1} . Hay varios picos de absorción que son amplios (frecuentes en material inorgánico) y pocos picos puntiagudos (característicos de material orgánico).

Muestra 6: 6 tienen picos característicos de minerales de arcilla: tienen dos picos alrededor de los 3600 cm^{-1} . Hay varios picos de absorción que son amplios (frecuentes en material inorgánico) y pocos picos puntiagudos (característicos de material orgánico).

Las muestras 1 y 2, y las muestras de 3 a 6. Parece que muestras de 3 a 6 tienen picos característicos de minerales de arcilla: tienen dos picos alrededor de los 3600 cm^{-1} . Hay varios picos de absorción que son amplios (frecuen-

tes en material inorgánico) y pocos picos puntiagudos (característicos de material orgánico). Las muestras 1 y 2 son consistentes con los resultados del XRD.

*Se ha investigado sobre el pigmento conocido como “maya blue”, que es común en la región. Es muy especial por ser uno de los primeros pigmentos ‘sintéticos’ y por ser muy resistente. Es una mezcla de una arcilla llamada palygorskita y de añil. Abajo se encuentra una referencia de los picos de maya blue de FTIR: Fuente: Leona, Marco, Francesca Casadio, Mauro Bacci, and Marcello Picollo. “Identification of the Pre-Columbian Pigment Mayablue on Works of Art by Noninvasive UV-Vis and Raman Spectroscopic Techniques.” *Journal of the American Institute for Conservation* 43, no. 1 (2004): 39-54, disponible en http://cool.conservation-us.org/jaic/articles/jaic43-01-004_idx.html.*

La línea “a” representa palygorskita, la “b” maya blue, y la “c” añil. Los picos de las muestras 3-6 y de la línea b se parecen, excepto por el área alrededor de 1800-2700 cm⁻¹. Sin embargo, esto parece ser contaminación que también sale en medidas del ambiente. Por lo tanto, es bastante probable que se trate de este pigmento”.

RETOS EN EL ESTUDIO DE LA ESCALA CROMÁTICA PARA EL SALVADOR

El análisis de pigmentos es un tema muy poco tratado en El Salvador. No hay mucho escrito al respecto. Muchas de las personas involucradas en el área cultural dan como hecho que una pieza arqueológica, un escultura o arte rupestre tenga pigmentos, sin tomar en consideración el proceso de fabricación del pigmento, la obtención de los minerales y toda una serie de pasos que se requieren para decorar un bien cultural. Sobre todo que hay mucho que investigar sobre el tema.

Stefan Michalski del Instituto Canadiense de Conservación, en su estudio sobre los diez agentes de deterioro menciona la disociación como el problema inherente al hombre y que causa la pérdida de información importante en el patrimonio cultural.

DISOCIACIÓN

La disociación surge de la tendencia natural de los sistemas ordenados a deshacerse a lo largo del tiempo. Para prevenirla, es necesario modificar los procesos de mantenimiento y otras barreras. La disociación provoca la pérdida de objetos, de su información relacionada o de la capacidad para recuperar o asociar objetos e información.

Este agente puede manifestarse en acciones como cualquier actividad de uso de una colección que provoca la pérdida de objetos, de información o de la asociación entre la información y el objeto correspondiente.

Esto implica:

- Pérdida de información debido a registros ineficientes o a malos procesos de restauración.
- Deficiencia en la comunicación y difusión.

Posterior a las excavaciones en Carranza, en el informe se hace mención del pigmento amarillo sobre el pellejo del Xipe Totec, pero no el pigmento azul. Durante los trabajos de restauración en el Museo Nacional David J. Guzmán, la restauradora asignada para limpiar y consolidar varias piezas de Carranza, desprendió todo el pigmento amarillo. Una clara falta de comunicación entre los encargados del Proyecto y los restauradores fue la causante de la pérdida del pigmento amarillo. Por lo tanto, el pigmento no fue analizado sino hasta en este estudio con los restos de otro Xipe Totec fragmentado. Como punto final a la disociación, durante la elaboración de esta investigación se solicitó el número total de piezas arqueológicas con presencia de pigmento azul en los depósitos del Museo Nacional David J. Guzmán. Esto con el fin de conocer datos de procedencia y con fines estadísticos. El Departamento de Registro e Inventario hasta la fecha no ha brindado el dato.

De forma comparativa, otros museos virtuales como el Museo Arqueológico Virtual o Museo Toxtli (colección privada) tienen su colección en línea y se pueden apreciar muestras de cerámica con restos de pigmento azul.

CONCLUSIONES

Las muestras de Carranza catalogadas como C₃ y C₄ corresponden a minerales de arcilla, cuarzo, y feldespato, tierras con cuarzo y feldespato.

Las muestras C₅ y C₆ corresponden a azul maya debido a la presencia de la palygorskita, así como el análisis en microscopio polarizado que demuestra el color azul con puntos de tonalidad rosa.

Es importante que dichos análisis se continúen realizando, no solo por el comprobar la existencia de un pigmento, más bien para conocer la distribución de dicho pigmento en el país.

Los pigmentos de la Escala Cromática Salvadoreña es un proyecto a largo plazo. Es importante conocer sobre los pigmentos, no solo por sus cualidades científicas.

cas, sino más bien por el aporte al patrimonio cultural que estos brindan.

A la fecha tenemos análisis de pigmentos de una mina de hematita, análisis de los pigmentos de la Gruta del Espíritu Santo en Corinto y otros en proceso de recolección. Los pigmentos brindan datos de su elaboración, fabricación, técnicas de aplicación y distribución en caso de comercio o intercambio. Además, solo conociendo el verdadero origen del pigmento se puede elaborar un verdadero proyecto para la restauración de bienes muebles o inmuebles.

En otros países aún se continúa el uso de pigmentos minerales sobre patrimonio edificado, con resultados bastante exitosos. Dado que la historia salvadoreña ha sido continuamente mutilada por serios vacíos tanto a nivel educativo, pero también a nivel científico. La arqueología puede apoyar a la reconstrucción de nuestra fragmentada historia, pero la conservación puede profundizar aún más sobre el conocimiento de los materiales y técnicas que están y estarán siempre presentes en nuestro patrimonio cultural arqueológico.

REFERENCIAS

AMAROLI, Paul

2002 *Informe. Excavaciones de rescate en el Sitio Arqueológico Carranza, 12 al 22 de marzo de 2002*, Fundación Nacional de Arqueología de El Salvador (FUN-DAR), 2002. Disponible en: <http://www.fundar.org.sv/referencias/carranza1.pdf>

ARNOLD, Dean; Hector Neff, Michael D. Glascock y Robert J. Speakman

2017 *Sourcing the Palygorskite Used in Maya Blue: A Pilot Study Comparing the Results of INAA and LA-ICP-MS*. Disponible en: <https://doi.org/10.2307/25063085>. Publicado en línea el 20 de enero 2017: <http://cool.conservation-us.org/jaic/articles/jaic43-01-004.html>

GETTENS, Rutherford J. y George L. Stout

1966 *Painting Materials: a short encyclopedia*, New York, Dover Publications

HAUDE, Mary Elizabeth

1997 Identification and Classification of Colorants Used During Mexico's Early Colonial Period. *The Book and Paper Annual; Volumen 16, The American Institute for Conservation*. Disponible en <https://cool.conservation-us.org/coolaic/sg/bpg/annual/v16/bp16-05.html>

JOSE-YACAMAN, M.; L. Rendón, J. Arenas y M. C. Serra Puche

1996 Maya Blue Paint: and ancient nanostructured material. *Science* 273(5272):223-5.

LEONA, Marco; Francesca Casadio, Mauro Bacci y Marcello Picollo.

2004 Identification of the Pre-Columbian Pigment Maya blue on Works of Art by Noninvasive UV-Vis and Raman Spectroscopic Techniques. *Journal of the American Institute for Conservation* 43(1): 39-54, disponible en: http://cool.conservation-us.org/jaic/articles/jaic43-01-004_idx.html



Fig.1. Extracción del pigmento amarillo.



Fig.2. Vista del pigmento azul.



Fig.3. Vista del pigmento azul de la muestra 6.

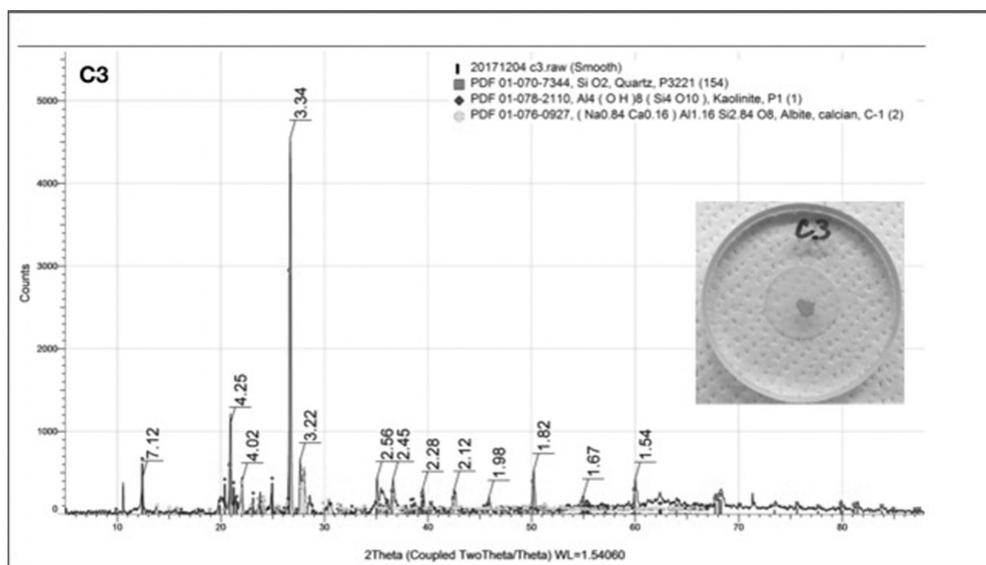


Fig.4. Análisis de la primer muestra de pigmento amarillo a través de XRD.

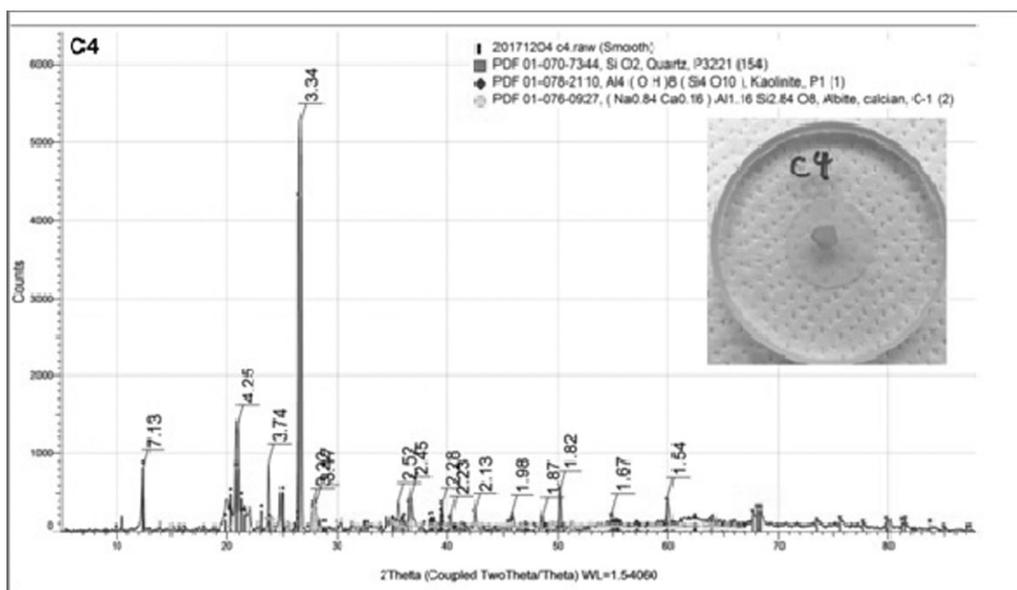


Fig.5. Análisis de la segunda muestra de pigmento amarillo a través de XRD.

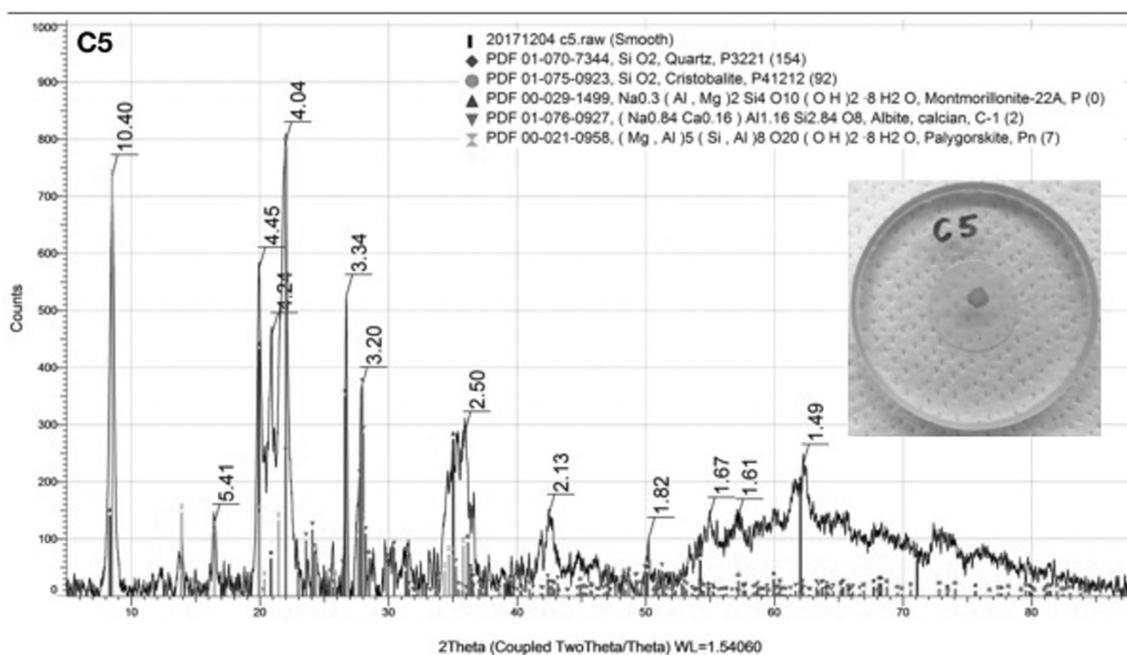


Fig.6. Análisis de la muestra con azul maya a través de XRD con presencia de Palygorskita.

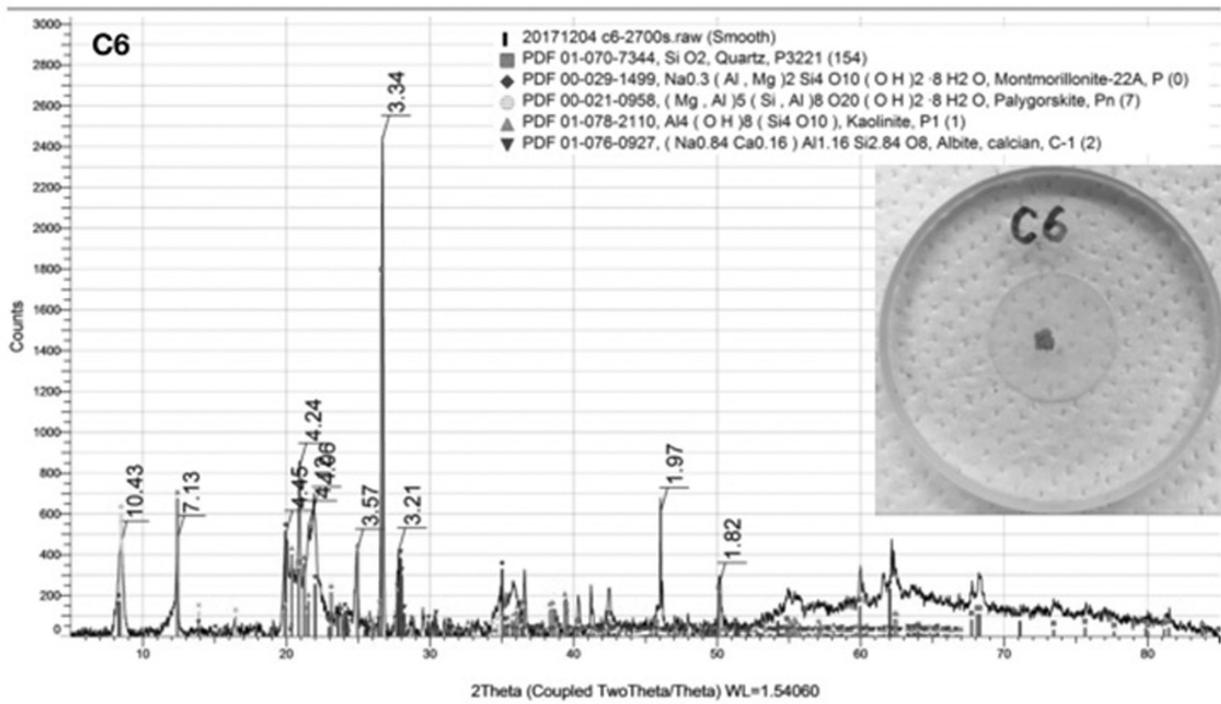


Fig.7. Análisis de la segunda muestra con azul maya a través de XRD con presencia de Palygorskita.

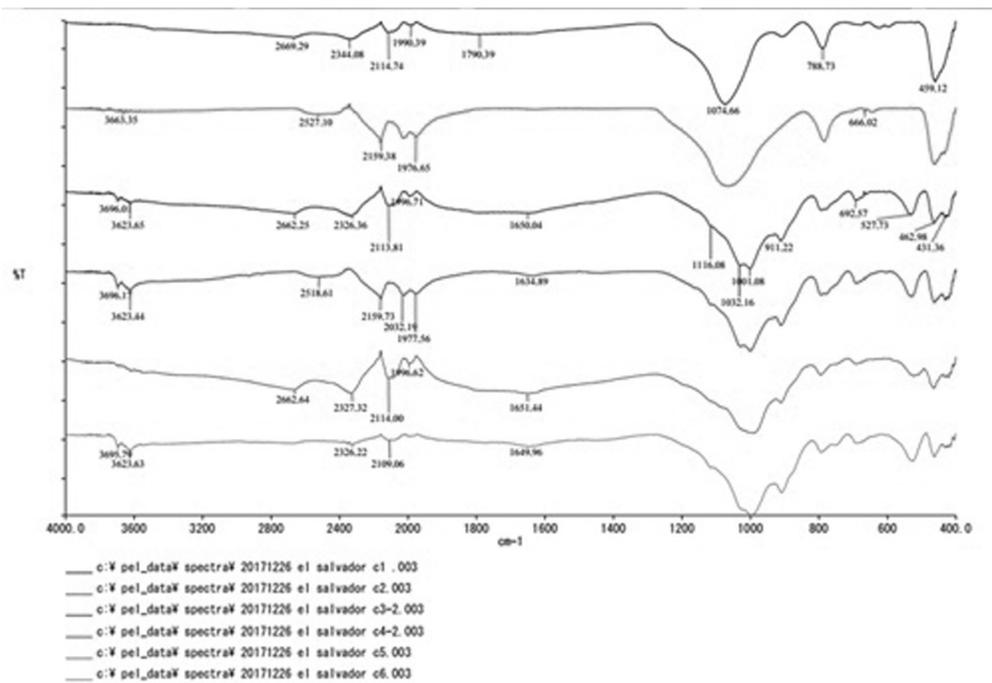


Fig.8. Análisis a través de Espectroscopia de infrarrojo mediante la transformada de Fourier.