

ESTUDIOS ARQUEOMÉTRICOS EN CALICHES DEL SITIO “CERRO DE LOS REMEDIOS” DE COMONFORT, GUANAJUATO

Salazar Barrientos, Jesús Iván (1), Álvarez Guzmán, Gilberto (2), Cervantes Jauregui, Jorge A. (2)

1 [Escuela de Nivel Medio Superior de Guanajuato, Dirección del Colegio de Nivel Medio Superior, Universidad de Guanajuato] [ji.salazarbarrientos@ugto.mx]

2 [Departamento de Química, Laboratorio de Química y Tecnología del Silicio, División de Ciencias Naturales y Exactas, Campus Guanajuato, Universidad de Guanajuato] [g.alvarez@ugto.mx]

2 [Departamento de Química, Laboratorio de Química y Tecnología del Silicio, División de Ciencias Naturales y Exactas, Campus Guanajuato, Universidad de Guanajuato] [jauregi@ugto.mx]

Resumen

La arqueometría es una disciplina científica que emplea métodos fisicoquímicos y biológicos para estudiar vestigios arqueológicos, siendo una herramienta que enriquece el trabajo del arqueólogo, ayudándolo a comprender y correlacionar la diversidad de variables que se llega a tener en estudios arqueológicos. En base a lo anterior en este proyecto se emplearon métodos arqueométricos para caracterizar un material calcáreo (caliche) proveniente del sitio en proceso de investigación arqueológica, denominado “*Cerro de los Remedios*” ubicado en el municipio de Comonfort. A través de técnicas analíticas cualitativas y cuantitativas se pudo determinar su composición, estando constituido principalmente por carbonato de calcio con presencia de sulfato de calcio en trazas, corroborándose lo anterior por medio de técnicas espectroscópicas. Así mismo, se evaluaron sus propiedades mecánicas en donde la presencia de sulfatos afecta la capacidad de carga del caliche. Los resultados obtenidos en este proyecto de verano permitirán proporcionar información sobre el estado de conservación del caliche, principal material constructivo del sitio arqueológico y poder proponer al arqueólogo metodologías orientadas a su conservación.

Abstract

Archaeometry is a scientific discipline employing physicochemical and biological methods to study different archaeological vestiges, in order to support the archaeology's work, helping him to understand and correlate the diversity of variables that arises in archaeological studies. This project used archaeometry's methods to characterize a calcareous material (caliche) coming from a site under investigation “*Cerro de los Remedios*” located in Comonfort, Guanajuato. Through qualitative and quantitative analytical techniques, it was possible to determine the caliche composition, containing mainly calcium carbonate with traces of calcium sulfate. The analysis was done using analytical and spectroscopic techniques. The caliche's mechanical properties were evaluated as well suggesting that the presence of sulfate tends to decrease the caliche's load capacity. The results obtained during this summer project will allow to know the state of conservation of the caliche, that is the mains building material in the archeological site and propose methodologies oriented to the material conservation.

Palabras Clave

Arqueometría; Arqueología, caliche; cerro de los remedios

INTRODUCCIÓN

La arqueología es una disciplina en continua transformación, que se basa en el empleo de numerosas metodologías y técnicas para obtener un mayor conocimiento científico de nuestro pasado, una mayor divulgación de éste y una adecuada conservación de nuestro Patrimonio cultural. El estudio del registro arqueológico informa sobre las diversas áreas de actividad de las sociedades humanas del pasado, incluyendo sus formas de vida, su relación con el entorno, sus creencias o su organización política, social e ideológica.

En los últimos años en el estado de Guanajuato se han realizado múltiples estudios arqueológicos para dar un mejor panorama sobre el poblamiento durante la época prehispánica. Las primeras aportaciones se dieron en Abasolo Gto, en los sitios arqueológicos de Peralta y Plazuelas, siendo estos los pilares para estudiar las zonas que recorre el río Laja (uno de los principales afluentes del estado de Guanajuato) dando lugar a los trabajos realizados en Cañada de la Virgen en el San Miguel de Allende, bajo este tenor, el caso de estudio se encuentra en dicha zona en el municipio de Comonfort en el sitio denominado “Cerro de los Remedios” [1]

Teniendo como antecedentes el trabajo realizado por Pérez Ireta en este sitio, [2], el cual se centró en el análisis de materiales arqueológicos por diversas técnicas arqueométricas [3], las cuales se caracterizan por ser técnicas analíticas no invasivas que evalúan las características fisicoquímicas de un material patrimonial, sin modificarlas, se estudió un material calcáreo, denominado caliche, siendo éste un elemento presente en las edificaciones del sitio, presentando signos de deterioro en su composición por proceso de sulfatación en primera instancia atribuyéndola a la presencia de una capa microbiana que acompañaba a este material [2]. Sin embargo, se ha encontrado en la literatura estudios acerca de la formación geoquímica de este tipo de roca; Howell y otros autores coinciden que el caliche es un material en esencia calcáreo, que se forma por precipitación y teniendo depósitos de diversos materiales, siendo los sulfatos uno de ellos. [4,5].

Bajo este tenor, en esta investigación, se analizaron distintas muestras de caliche provenientes de excavaciones en la zona arqueológica “Cerro de los Remedios” teniendo como objetivo, conocer la composición, su estado de conservación y sus características físicas, a través del uso de técnicas arqueométricas, así como mediante la evaluación de las propiedades mecánicas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para analizar las muestras de caliche la parte experimental se dividió en dos fases. La primera es el reconocimiento del sitio arqueológico y recolección de muestras. La segunda tuvo como objetivo determinar las propiedades fisicoquímicas de los caliches.

La recolección de muestra se determinó a través de una clasificación realizada por los arqueólogos, la cual consiste en las dimensiones de la muestra y referenciada al contexto en donde se encontraron en el proceso de excavación denominadas como L1 a L5, además de lo anterior se trabajó muestras que fueron extraídas de la plataforma del basamento principal del conjunto arquitectónico A y se denominaron como M1 y M2.

Las propiedades químicas que se evaluaron se centraron en la identificación y cuantificación de tres componentes principales, calcio, carbonatos y sulfatos. Las técnicas de análisis empleadas fueron las siguientes:

- Análisis cualitativo para calcio a partir de una digestión ácida con una solución de CH_3COOH al 10% y efectuando la reacción de identificación por precipitación empleando una solución al 5% de oxalato de amonio.
- Análisis cualitativo para carbonato a partir de la digestión de la muestra con una solución 0.6N de HCl observando la disolución de la muestra y un burbujeo intenso por liberación de CO_2 .

- Análisis cualitativo y cuantitativo para sulfatos. Para la identificación se empleó la reacción de precipitación con una solución al 10% de BaCl_2 y para la cuantificación se realizó a través de conductimetría.
- Como complemento se analizaron las muestras por espectroscopia de Infrarrojo con transformada de Fourier (FTIR) siguiendo las señales para iones carbonatos y sulfatos. Así mismo, se empleó microscopia electrónica de barrido acoplado a una sonda EDS (Espectroscopia de rayos X de energía dispersiva) analizando los elementos Ca (calcio) y S (azufre), a magnificaciones de 3000x y 10000x.
- Las propiedades físicas evaluadas fueron: propiedades mecánicas, compresión y dureza, empleado una maquina universal de 10KN para la primera y un durómetro de metales bajo la técnica de impacto. Otra propiedad física evaluada fue la absorción de agua utilizando el tubo de Karsten.

Se muestran en este reporte, los resultados de la caracterización química, y la evaluación del comportamiento a esfuerzo de compresión, los demás resultados por limitaciones de espacio serán presentados en el cartel durante la sesión de exposición de proyectos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se mencionó la caracterización química se dividió en la identificación cualitativa y cuantitativa de los iones calcio, carbonatos y sulfatos. Todas las muestras fueron positivas para las tres especies químicas, corroborando con lo citado en la literatura la cual menciona que los caliches son de estructura calcárea y que pueden llegar a presentar sulfatos en su composición [4,5]. La presencia de sulfatos en piedras calizas es un factor determinante que afecta las propiedades físicas del material, para ser más preciso en sus propiedades mecánicas; por lo que se procedió a evaluar de manera cuantitativa la cantidad de sulfatos presentes en las muestras a través de la medición de la conductividad que presentan las muestras en solución encontrando que todas las muestras presentan en promedio una baja concentración de $8.35 \times 10^{-5}\text{gr}$.

Para corroborar lo anterior, el análisis por espectroscopia de FTIR ilustró la clara presencia de carbonatos en todos los caliches, presentando una banda ancha de absorción entre $1490\text{-}1370\text{ cm}^{-1}$ (vibración de alargamiento del CO_3^{2-}). También se observa que en los espectros se observa una banda de alargamiento asimétrico del SO_4^{2-} , atribuido a la presencia de $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ mostrando una banda entre $1140\text{-}1080\text{ cm}^{-1}$ y la señal a 620 cm^{-1} (deformación de SO_4^{2-}) [6,7]. La figura siguiente muestra el espectro ilustrativo de una de las muestras (L1) repitiéndose el patrón en todas las demás:

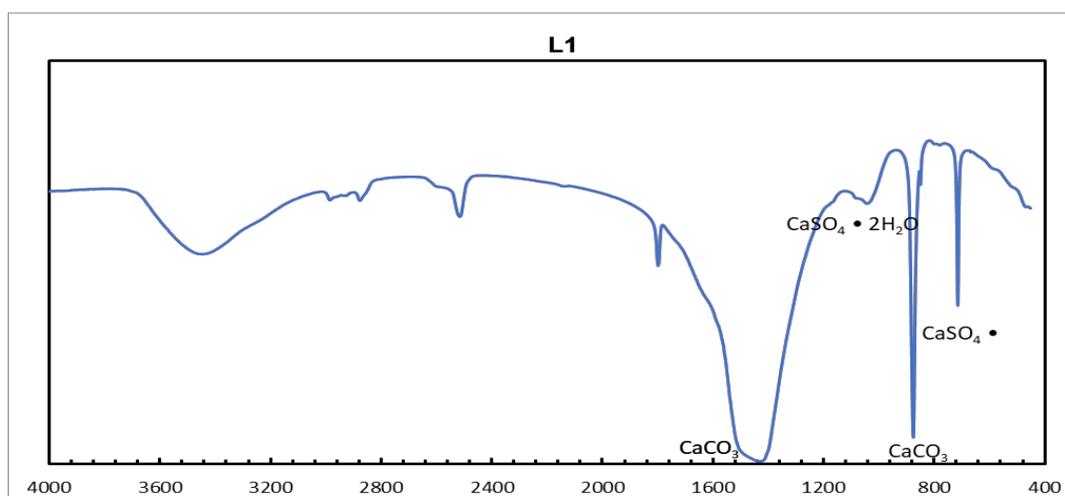


IMAGEN 1: Espectro de Infrarrojo de caliche perteneciente a L1.

Por microscopía electrónica de barrido (MEB) y empleando la sonda de EDS, se pudo realizar un mapeo, detectando en bajas proporciones la presencia de azufre (elemento base atribuido a los sulfatos) corroborando lo obtenido en el análisis cuantitativo por conductimetría. La imagen 2 muestra el resultado de MEB:

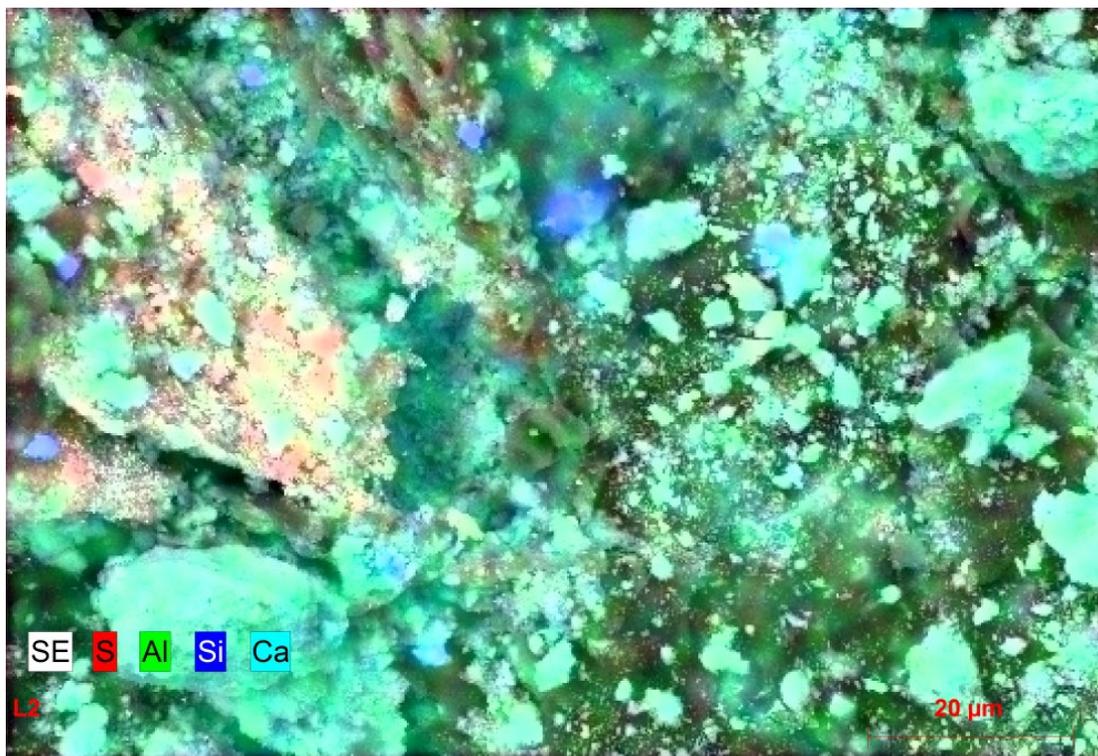


IMAGEN 2: Mapeo de la muestra empleando la sonda EDS de la MEB.

A pesar de que la concentración de sulfatos en las muestras analizadas es baja, afecta las propiedades físicas del material, lo que se corroboró al realizar la evaluación de la resistencia a la compresión, en donde para la muestra de caliche en condiciones de alta humedad, la cantidad de sulfatos provoca que el material pierda su capacidad de carga teniendo un valor de 7.64 N/mm^2 . Ahora bien, si la muestra se encuentra en fase seca presenta un comportamiento característico de una piedra caliza presentando un valor al esfuerzo de compresión de 35.82 N/mm^2 , indicando que, en un exceso de humedad, la capacidad de carga por compresión se ve afectada tal como Hoek y Meli reportan en la literatura, siendo la presencia de sulfatos la causante de este valor tan bajo en esta propiedad mecánica analizada [8,9].

CONCLUSIONES

El uso de técnicas arqueométricas para el estudio de materiales que conforman los bienes culturales, es una herramienta que brinda información no solo de composición y comportamiento de las propiedades fisicoquímicas de un material, si no que conforman parte del rompecabezas de la historia propia de dicho bien, siendo una de las herramientas necesarias para buscar reconstruir la historia del inmueble o mueble e incluso del lugar. Para el caso estudiado, se recurrió a distintas técnicas de análisis para conocer la composición del caliche identificando especies químicas que a la larga pueden provocar un daño a la estructura de la cual formaran parte, y con ello da la pauta para poder proponer metodologías orientadas hacia su conservación.

Se observa que la presencia de sulfatos, aunque se encuentran en una baja concentración es un factor determinante que afecta las propiedades mecánicas del material, y si esto se correlaciona con la función que desempeñan en la estructura a la cual estará adosado el material, podría a larga afectar el sistema estructural. Así mismo, a partir de los resultados puede aseverarse que en la composición del caliche el sulfato presente tiene origen geoquímico estando entonces ante la presencia de un material denominado edáfico.

AGRADECIMIENTOS

A la Dirección de Apoyo a la Investigación y al Posgrado (DAIP) por el apoyo recibido para participar en el Verano de Investigación Científica 2018, para alumnos inscritos en programas de nivel medio superior de la Universidad de Guanajuato.

A los Arqueólogos Omar Cruces Cervantes y Rosalba Berumen del sitio arqueológico “Cerro de Los Remedios” Centro INAH-Guanajuato en Comonfort, Guanajuato, con quienes se realizó el proyecto.

A la Q. Virginia Odemarys Vallejo Tinoco del Laboratorio de análisis instrumental por su asesoramiento en los análisis espectroscópicos y de conductimetría.

A la Dra. Paulina Lozano del LACAPFEM por los análisis por MEB acoplado con EDS.

A la Dra. Rosalba Fuentes por su asesoría en las pruebas mecánicas.

REFERENCIAS

- [1] Groenewold, F. & López-Enguía, L. (2010), Chamacuero, origen y destino. Na Zaphó- ccaxtli. Guanajuato: Gobierno del Estado de Guanajuato.
- [2] Perez Ireta, G. & Cervantes Jauregui, J.A. (2014). Desarrollo de métodos de análisis químico para investigación de campo en arqueología. Memorias de veranos de la investigación científica 2014. Universidad de Guanajuato. ISBN: 978-607-441-300-7.
- [3] Barba, I., Rodríguez & R., Córdoba, J. (1991). Manual de técnicas microquímicas de campo para la arqueología. Cuadernos de Investigación: Universidad Nacional Autónoma de México.
- [4] Howell K. & Huiming B. (2006). Caliche as geological repository for atmospheric sulfate. Geophysical research letter. 33, 1-5.
- [5] Cabadas-Báez, H.V., Landa-Arreguín, J.F., Sedov, S. & Solleiro-Rebolledo, E. (2016), Carbonatos secundarios en las calcretas del noreste de la península de Yucatán: formas, procesos e implicaciones en la pedogénesis de geosistemas cársticos. GEOS, Vol. 36, No. 2
- [6] Derrick, M.R., Stulik, D. & Landry, J.M. (1999), Infrared Spectroscopy in Conservation Science. Scientific Tools for conservation. Los Angeles: The Getty Conservation Institute.
- [7] Vásquez Moreno, T. & Blanco Varela, Ma. T. (1981), Tablas de frecuencia y espectros de absorción infrarroja de compuestos relacionados con la química del cemento. Materiales de construcción n.º 182.
- [8] Hoek E. & Bray, J.W. (1981), Rock slope engineering. 3er Edic. IMM. London 355p.
- [9] Meli Piralla, R. (2011), Los conventos mexicanos del siglo XVI: Construcción, ingeniería estructural y conservación Editorial Miguel Ángel Porrúa.