

# Estudio de los materiales metálicos del pecio Ancla Macuca, arrecife Alacranes

Helena Barba-Meinecke, Javier Reyes Trujeque, Diana Elizabeth Arano Recio, Isabel Silva León, Mayra Manrique Ortega

## Introducción

La colaboración entre la Subdirección de Arqueología Subacuática Oficina península de Yucatán (sede INAH Campeche) del Instituto Nacional de Antropología e Historia (SAS-INAH) y la sede del Laboratorio Nacional de Ciencias para la Investigación y Conservación del Patrimonio Cultural en el Centro de Investigación en Corrosión (LANCIC-CICORR), ha permitido el análisis de un número considerable de piezas metálicas empleando técnicas analíticas, en su mayoría no destructivas y portátiles. Entre las colecciones analizadas se encuentran las piezas asociadas al naufragio Ancla Macuca (ca. siglo XVIII), las cuales representan uno de los hallazgos más significativos de la arqueología subacuática mexicana.

## El naufragio Ancla Macuca

El pecio Ancla Macuca fue un navío, probablemente español, que sucumbió ante las corrientes y geografía marítima del arrecife Alacranes en la península de Yucatán. Sus restos se encuentran sobrepuestos con los del vapor HMS Forth (1849) a una profundidad de entre 1 y 7 metros sobre la rompiente de barlovento, formando un palimpsesto (Arano et al, 2021). El estudio arqueológico e histórico de los materiales realizado por un grupo de especialistas en arqueología subacuática, arquitectura naval, artillería, historia del arte, orfebrería y materiales, sugiere que el variado cargamento de este pecio corresponde con el de un barco mercante de la segunda mitad del siglo XVIII (Barba-Meinecke et al, 2020).





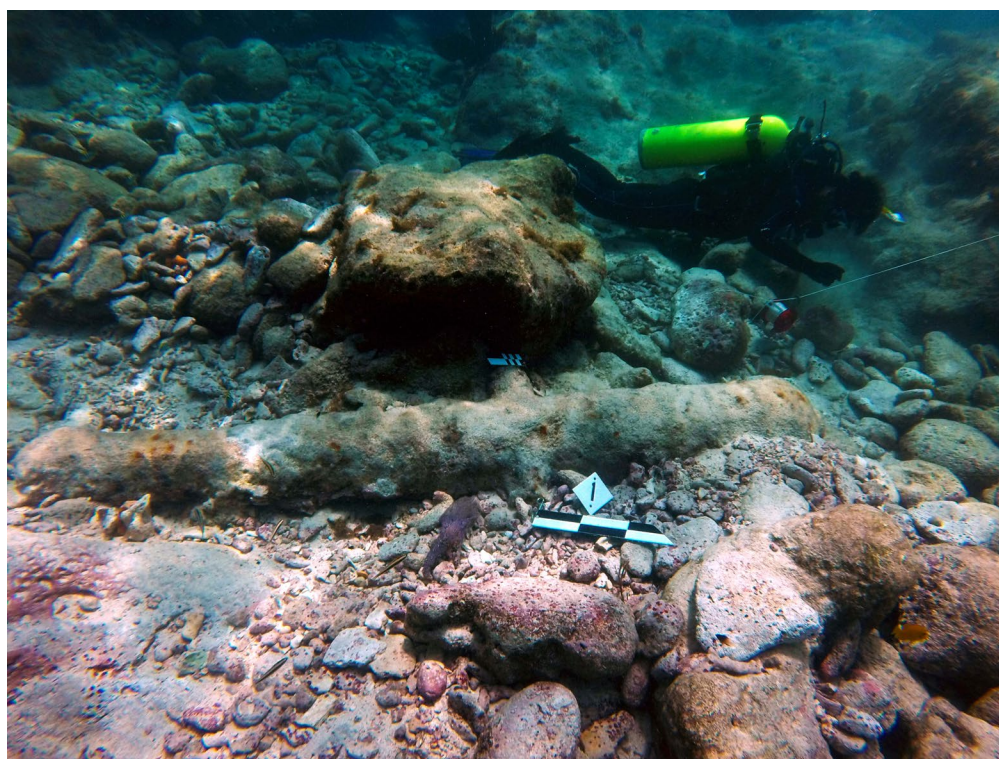


*Registro arqueológico en el pecio Ancla Macuca. © Archivo SAS-INAH, 2016. Foto: Helena Barba-Meinecke.*

Durante los trabajos arqueológicos realizados en el pecio Ancla Macuca, se recuperó una colección de orfebrería de oro, plata y gemas, así como de numismática (monedas macuquinas de plata) y elementos de la vida cotidiana (hebillas y dos piezas pertenecientes a un sistema de pesas de bronce). Asimismo, se identificaron un centenar de objetos de hierro (cañones y ancla), plomo (escandallo, lámina y balas para mosquete), así como de cobre y cobre aleado (láminas, clavos y pernos) (Barba-Meinecke, et al, 2020).



Ante la variedad de materiales diagnósticos recuperados del pecio, se ha realizado una extensa investigación multidisciplinaria para el estudio y comprensión de cada uno de sus elementos. Las técnicas analíticas implementadas en el estudio de estas piezas metálicas incluyeron: técnicas de análisis superficial como: microscopía óptica (MO), colorimetría y dureza superficial; técnicas espectroscópicas para la caracterización de la composición elemental como: espectroscopía de fluorescencia de rayos X (XRF); técnicas espectroscópicas moleculares y estructurales como: espectroscopía infrarroja de reflectancia por transformada de Fourier (FTIR) y difracción de rayos X (XRD); y técnicas analíticas mixtas como: microscopía electrónica de barrido acoplada a un espectrómetro de energía dispersiva (SEM-EDS).

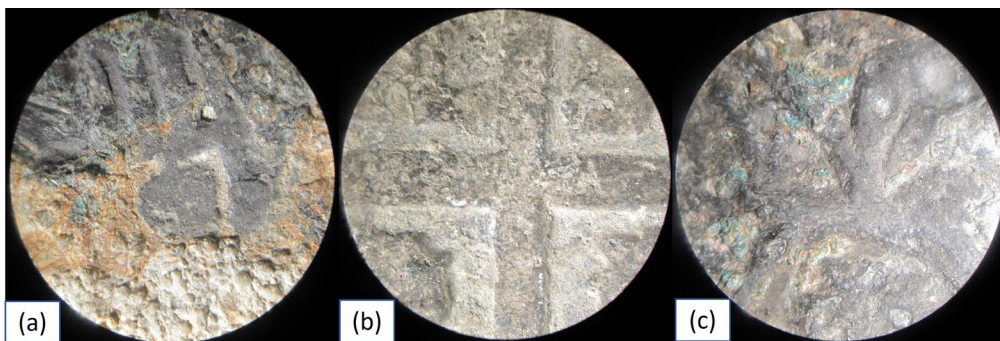


Cañón 1 (hierro), pecio Ancla Macuca. © Archivo SAS-INAH, 2015. Foto: Helena Barba-Meinecke.

## Análisis arqueométricos

La microscopía óptica permitió la observación de fenómenos de corrosión e incrustaciones derivadas de la interacción con el ambiente marino y la acción biológica, las cuales inducen a la formación de depósitos minerales en la superficie metálica. Debido a ello, esta técnica es auxiliar en la selección de áreas de interés analítico, facilitando la interpretación de resultados. Un ejemplo de ello lo encontramos en las monedas macuquinas de plata, las cuales presentaban una gran cantidad de concreciones marinas depositadas sobre su superficie. El retiro de estas concreciones es un riesgo para la integridad de las piezas, por lo que, las micrografías permitieron identificar áreas en donde las concreciones presentaron un menor espesor, para así obtener su composición elemental por espectroscopía de fluorescencia de rayos X.

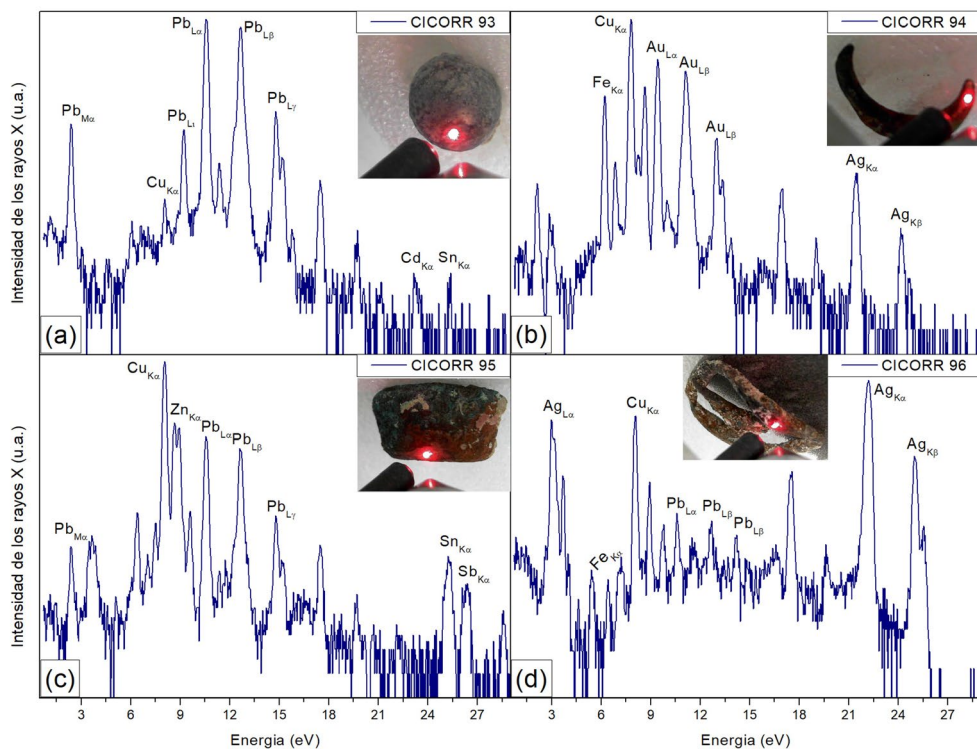




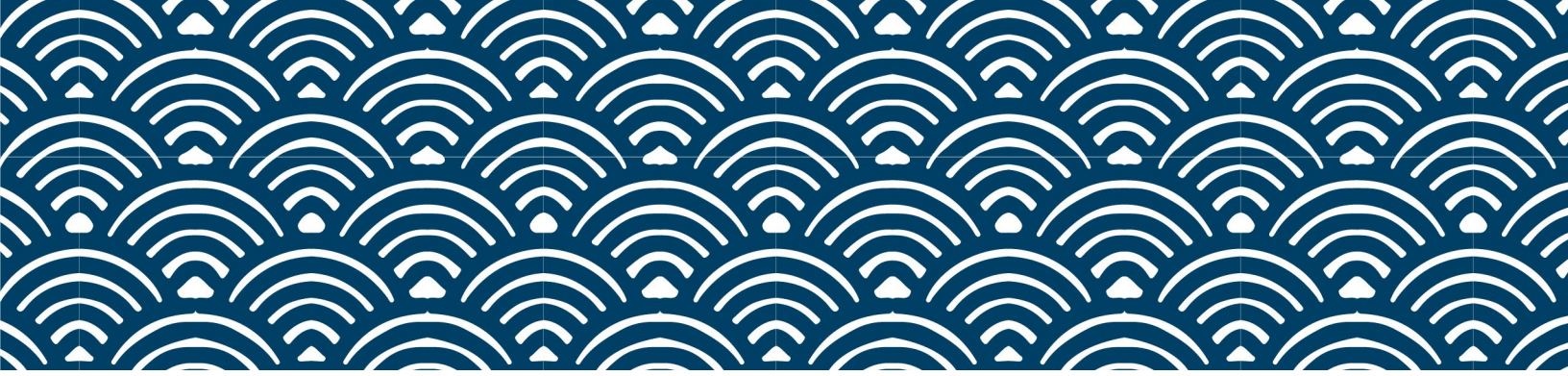
Monedas macuquinas de plata recuperadas del pecio Ancla Macuca, Arrecife Alacranes, Yucatán, Golfo de México. Imagen obtenida mediante microscopía óptica.  
© Archivo LANCIC-CICORR-UAC.

Por otro lado, la acción sinérgica del entorno marino y los factores biológicos también provocan cambios en la coloración y dureza de los materiales. Las alteraciones en la coloración pueden cambiar la interpretación histórica y afectan la estética de las piezas, mientras que el cambio en la dureza representa un riesgo para su conservación. Debido a ello, se utilizaron las técnicas de colorimetría y dureza superficial, las cuales proporcionan un diagnóstico previo a la implementación de métodos de conservación preventiva o intervención adecuados a las necesidades de cada objeto.

Una de las técnicas más utilizadas para el análisis del patrimonio cultural es la espectroscopía de fluorescencia de rayos X (XRF). En el caso de los materiales recuperados del pecio Ancla Macuca, esta técnica espectroscópica permitió establecer las aleaciones metálicas con las que fueron elaborados los artefactos y realizar una comparación entre ellos.



Espectros de fluorescencia de rayos X de (a) balas de arma: aleación de plomo; (b) mondadientes: aleación de oro, plata y cobre; (c) elemento de sujeción: aleación de latón con microaleantes de plomo, estaño y antimonio; (d) hebilla: aleación de plata/cobre. Todas las piezas fueron recuperadas en el pecio Ancla Macuca, Arrecife Alacranes, Yucatán, Golfo de México. © Archivo: LANCIC-CICORR-UAC.



Esto se demuestra en el trabajo de Barba et al, (2020) en el cual, a través de esta técnica, se determinó que las piezas de orfebrería fueron manufacturadas con una aleación de oro y cobre con un posible origen común, lo cual tiene implicaciones en relación a las rutas de comercio e intercambio de este metal precioso (Barba-Meinecke et al, 2020), en su mayoría utilizadas para uso ornamental y religioso.

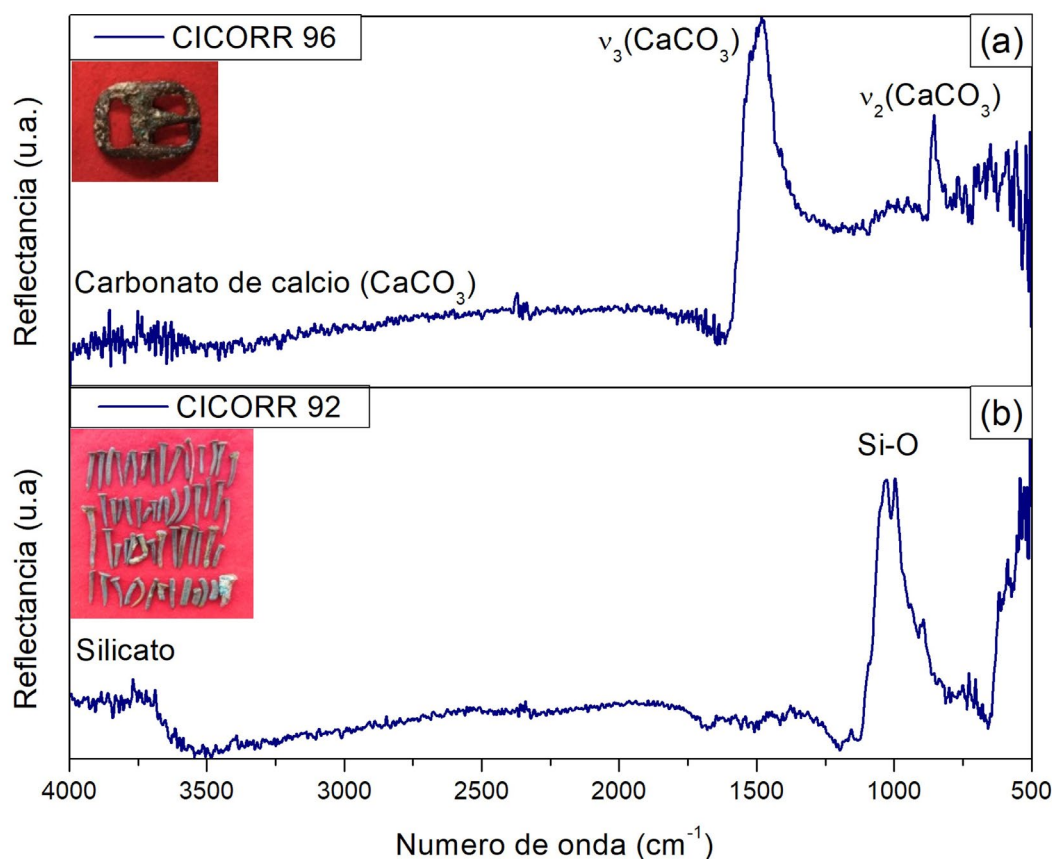
Destacan también piezas de uso cotidiano, en este caso, tres hebillas con un mecanismo simple para abrocharse en la vestimenta o calzado, característicos en la moda entre las clases privilegiadas entre los siglos XVII y XVIII. Dos de ellas fueron elaboradas en oro, mientras que el análisis por espectroscopía de fluorescencia de rayos X (XRF) determinó que la tercera fue confeccionada con una aleación de plata. Este tipo de objetos de portación personal son de interés para el estudio histórico, revelándonos aspectos tecnológicos, culturales y sociales de la época en la cual fueron fabricados.

Otro aspecto importante para el estudio histórico y tecnológico de estas piezas es la adición de elementos microaleantes que mejoraban las propiedades físico-mecánicas

de los metales, haciéndolos aptos para su uso. En el caso del pecio Ancla Macuca, se encontraron elementos de sujeción, como bisagras y algunos clavos, elaborados en una aleación de latón (cobre-zinc) adicionada con plomo, el cual se utiliza para mejorar la maquinabilidad y darle mayor resistencia al desgaste (Johansson et al, 2019). Asimismo, las balas para armas ligeras encontradas en este pecio contaron con una aleación de plomo-estaño. El plomo es un elemento estable que no se disuelve ni se descompone con facilidad y tiende a deformarse antes que romperse. Estas propiedades aseguraban que los objetos manufacturados con esta aleación, fuesen seguros para el usuario, prolongando la vida útil de las armas, ya que disminuían la fragmentación y desgaste del interior del mecanismo (Johansson et al, 2019).

La diferenciación entre los materiales adheridos a la superficie de las piezas metálicas facilita su diagnóstico, así como la identificación de los procesos de modificación superficial que se presentan por la interacción con el medio marino. En este sentido, la espectroscopía infrarroja permitió la identificación de carbonatos y silicatos depositados en la superficie de diferentes piezas del pecio Ancla Macuca.

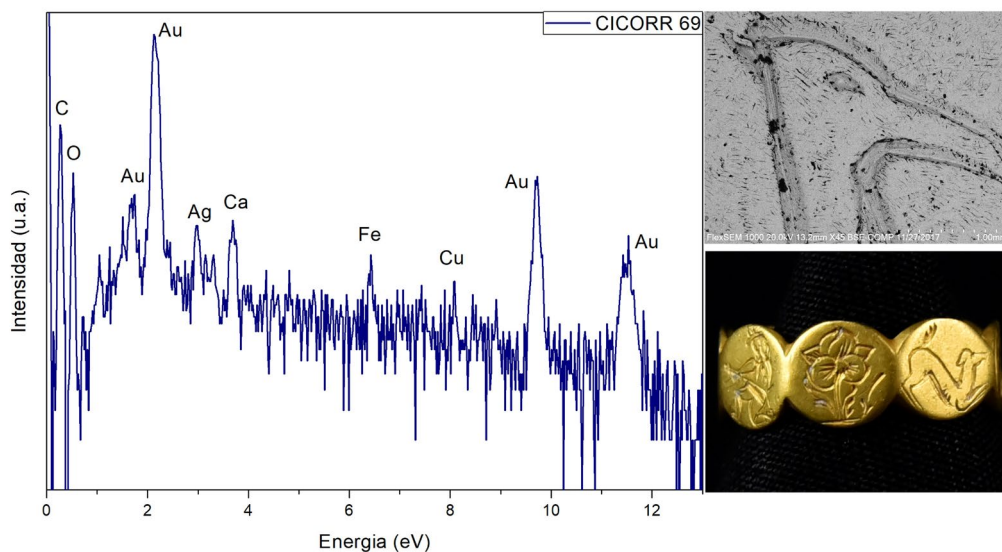




*Espectros infrarrojos de dos piezas metálicas recuperadas en el Arrecife Alacranes, Yucatán, Golfo de México. Se identificó la presencia de carbonatos de calcio en la superficie de la hebilla y de silicatos en algunos clavos, debido a su interacción con el entorno marino durante más de dos siglos. © Archivo: LANCIC-CICORR-UAC.*

Cabe comentar que algunas de las piezas metálicas del pecio Ancla Macuca fueron analizadas en las instalaciones del LANCIC-CICORR (Universidad Autónoma de Campeche), debido a la imposibilidad de desplazar estos equipos, tales como difracción de rayos X y microscopía electrónica de barrido acoplada a un espectrómetro de energía dispersiva para realizar análisis in situ. Estas técnicas son un complemento necesario para la caracterización elemental, estructural y morfológica de la aleación e interpretación de los procesos de deterioro de los materiales arqueológicos por la acción del ambiente subacuático.

En el caso de la difracción de rayos X, el interés se centró en las gemas engarzadas a las piezas de joyería, identificando diamantes, amatista, esmeraldas y vidrios de plomo. Por su parte, a través de la microscopía electrónica de barrido acoplada a un espectrómetro de energía dispersiva, se observó a detalle la morfología y composición elemental de las piezas de orfebrería, para así poder estudiar en el corto plazo sus huellas de manufactura.



*Espectros de energía dispersiva de un anillo de oro recuperados en el Arrecife Alacranes, Yucatán, Golfo de México. © Archivo: LANCIC-CICORR-UAC.*

## Conclusiones

La implementación de técnicas analíticas en el estudio interdisciplinar sobre contextos arqueológicos subacuáticos es de suma importancia para la interpretación histórica y tecnológica de estos objetos patrimonio cultural. Estas técnicas proporcionan información sobre la materia prima, técnicas de manufactura, la evaluación y el diagnóstico del estado de conservación de los artefactos, así como de los procesos de deterioro causados por la interacción del metal con el ambiente marino. En el caso de contar con bases de datos para hacer el contraste de



la información, es posible establecer el puerto de embarque/desembarque, rutas comerciales, uso e importancia de los objetos e incluso contrabando.

La utilización de metodología no destructiva, no invasiva y portátil asegura la integridad de las piezas, garantizando su conservación a futuro para incluso la aplicación de nuevas técnicas.

Finalmente, esta información es indispensable para establecer criterios, protocolos y métodos de conservación preventiva y/o intervención de acuerdo con las necesidades particulares de cada pieza, respetando su naturaleza y valor histórico.

## **Agradecimientos**

Esta contribución fue posible gracias al apoyo del Proyecto Integral para la Protección, Conservación, Investigación y Difusión del Patrimonio Cultural Sumergido de la península de Yucatán, Sureste Mexicano (PIPY), (SAS-INAH), y de CONACYT-LANCIC LN314886.

## **Bibliografía**

Arano Diana, Helena Barba-Meinecke, Nicolás C. Ciarlo, Manuel Bethencourt, Guadalupe Carrasco y Javier Reyes. (2021). “Un acercamiento a la problemática del palimpsesto en naufragios: Estudio de dos contextos arqueológicos subacuáticos en el arrecife Alacranes, México”. Congreso Iberoamericano de Arqueología Náutica y Subacuática, Cerezo Andreo, Felipe y Carlota Pérez-Reverte Mañas (Eds.). CIANYS 2021. Cádiz, España: UCA.

Barba-Meinecke, Helena, Roberto Junco Sánchez y Javier Reyes Trujque. 2020. “El tesoro de Alacranes. Estudio multidisciplinario del pecio Ancla Macuca, Yucatán”. Revista Arqueología Mexicana. Arqueología Subacuática en México. (ISSN 0188-8218) 28 (64): 58-63. CDMX, México: Editorial Raíces-INAH.

Johansson, J., H. Persson, J.-E. Ståhl, J.-M. Zhou, V. Bushlya, F. Schultheiss. (2019). “Machinability Evaluation of Low-Lead Brass Alloys”. Procedia Manufacturing (ISSN 2351-9789) (38): 1723-1730. Países Bajos: Elsevier.

