

# Conservación de maderas arqueológicas húmedas: perspectiva actual y retos para el futuro en México

Alejandra Alonso Olvera  
Ma. Teresa Tzompantzi Reyes  
Demetrio Mendoza Anaya

## RESUMEN

En México las experiencias en conservación de maderas arqueológicas en estado anegado datan de la década de los sesenta. Algunos trabajos de conservación y restauración se practicaron en el pasado siguiendo los modelos tradicionales europeos, aunque sin el éxito esperado. En México existen pocos estudios relativos al deterioro que presentan las maderas provenientes de climas cálidos que fueron utilizadas en el pasado para manufacturar artefactos, así como estudios de los contextos arqueológicos de procedencia. A partir de 1997 se ha desarrollado en México un proyecto que cuenta con una metodología de análisis y de intervención que simultáneamente permite determinar la condición del material cultural y sus posibles vías de conservación. El proyecto de conservación relativo a los artefactos de madera del sitio arqueológico de Manatí tiene por objetivo identificar los daños sufridos en los artefactos por las características de las maderas de manufactura, así como la influencia del contexto arqueológico en su preservación. El proyecto también determina la efectividad de dos tratamientos de conservación con grandes perspectivas de aplicación en países con limitados recursos. El análisis del material y de los métodos de conservación han permitido confrontar los resultados en distintos niveles: a nivel técnico, a nivel teórico y a nivel práctico.

## ABSTRACT

Mexican experiences in the conservation of wooden archaeological artifacts in a flooded condition trace back to the 1960s. A number of conservation and restoration works were carried out in the past, following traditional European models, but expectations were not materialized. In Mexico, studies concerning the deterioration of woods coming from warm climates and used in the past to manufacture objects are few, while studies on original archaeological contexts are not numerous either. In 1997, Mexico started to develop a project whose analysis and intervention methodology allows the simultaneous determination of cultural materials' condition and possible conservation procedures. The objective of the conservation project associated with wooden artifacts from the Manatí archaeological site is to identify damage based on wood characteristics, and determine the archaeological context's influence on preservation. The project, additionally, specifies the effectiveness of two conservation treatments with great application prospects in countries of limited resources. The analysis of materials and conservation methods allowed to contrast results at the technical, theoretical and practical levels.

**Alejandra Alonso Olvera**, Restauradora de Bienes Culturales Muebles. Labora en la Coordinación Nacional de Restauración del Patrimonio Cultural del Instituto Nacional de Antropología e Historia desde 1993. Adscrita al Departamento de Conservación de Material Arqueológico y Pintura Mural donde se ha especializado en el estudio y conservación de la madera arqueológica saturada de agua.

**Ma. Teresa Tzompantzi Reyes**, Bióloga. Labora en la Escuela Nacional de Conservación, Restauración y Museografía (Instituto Nacional de Antropología e Historia-México) desde 1996 hasta el año 2000 como profesor titular de tiempo completo en el área de Biología aplicada al estudio del deterioro de los bienes culturales.

**Demetrio Mendoza Anaya**, Maestro en Ciencias. Labora en el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (México) donde coordina varios proyectos de análisis de materiales arqueológicos y sus procesos de conservación y restauración.

## ANTECEDENTES EN LA CONSERVACION DE MATERIAL ORGANICO HUMEDO O SATURADO DE AGUA

Las experiencias de conservación de material orgánico saturado de agua son pocas en México. Las oportunidades de encontrar artefactos de madera en condición húmeda o saturada son pocas por las características del suelo en regiones tropicales o cálidas. Sin embargo, han existido algunos hallazgos arqueológicos de artefactos que por su rara preservación se vuelven un reto en el campo de la conservación. Normalmente las condiciones de preservación son bastante pobres y el material llega a los talleres de conservación en un estado de inestabilidad total.

Los tratamientos de conservación que se han aplicado en México han sido similares a los que se han probado en otros laboratorios de conservación de países europeos desde hace treinta años.

El primer tratamiento que se registró sistemáticamente fue el que consistió en la impregnación de artefactos manufacturados con madera de pináceas procedentes de un cenote del área maya (Chichén Itzá, Yucatán)<sup>1</sup>. Las piezas eran muy pequeñas y no representaban graves problemas de conservación (la estabilidad dimensional fue manejada apropiadamente), aunque el grado de deterioro se estimó avanzado. El método utilizado en 1970 fue el de consolidación con polietilenglicoles 4000 y 400, respectivamente en frío y en caliente a concentraciones máximas de 50%. Los resultados obtenidos fueron satisfactorios, aunque no se sabe con precisión el índice de eficiencia antiencogimiento, ni los porcentajes de contenido máximo de humedad pues los estándares de medición no habían sido fijados en el campo de la conservación. En términos generales, la apariencia no fue modificada en gran escala y la estabilidad dimensional y física alcanzada fueron apropiadas.

Otra experiencia fue la practicada años más tarde (1991) en objetos procedentes del mismo contexto arqueológico con métodos ya desarrollados mundialmente y aplicados de forma generalizada en bienes culturales de grandes dimensiones y de importancia cultural reconocida. García Lascuráin<sup>2</sup> practicó los análisis referentes a la determinación de contenidos de humedad máximos, así como a la determinación de la especie. Se determinó que los artefactos fueron fabricados con madera de cedro y presentaban un estado de deterioro avanzado caracterizado por el porcentaje alto de contenido máximo de humedad (560%). Se practicaron diferentes pruebas de consolidación con polietilenglicoles de diferentes pesos moleculares: 400, 3350 y 1500 a diferentes concentraciones.

Las muestras impregnadas se sometieron posteriormente a un proceso de liofilización a una temperatura inicial de -15°C y consecuentemente a un secado por sublimación a una temperatura de -30°C al vacío. Sin embargo, los resultados



**Foto 1.** Escultura de madera del Cenote Sagrado de Chichén Itzá, Yucatán, México. Los materiales culturales extraídos de este sitio arqueológico constituyen las primeras experiencias del trabajo de conservación de madera arqueológica húmeda en México.

1 Torres y Vega (1970).

2 García Lascuráin (1991).

obtenidos se estimaron insuficientes en el sentido en que la apariencia y la estabilidad dimensional y física no alcanzaron calidad y mejoramiento físico y estético sobresaliente.

Pocos años después Avila Rivera<sup>3</sup> practica la impregnación de madera arqueológica proveniente de las excavaciones del centro histórico de la ciudad de México. Se identifica la madera como del género *pinus* del período colonial y se estima que cuenta con un deterioro severo con pérdidas de densidad. Se practicó la consolidación con soluciones saturadas de polietilenglicoles 1200 y 2000. Los resultados obtenidos fueron satisfactorios en términos de estabilidad física y apariencia, aunque las mediciones de antiencogimiento no se practicaron bajo los estándares conocidos.

En 1993<sup>4</sup> se efectuó el tratamiento de algunas esculturas de madera procedentes del sitio arqueológico de Manatí con el método de resina colofonia. Este método fue aplicado haciendo previamente una deshidratación con acetona y después la impregnación total con resina. No se efectuaron mediciones de ningún tipo antes de la impregnación, ni después de esta, con lo cual es difícil determinar la efectividad del tratamiento. Sin embargo, la apariencia de la madera cambió radicalmente.

En 1994<sup>5</sup> se inició la investigación sobre la madera constitutiva de tres dinteles labrados en madera provenientes de las excavaciones del sitio arqueológico de Tlatelolco, en la ciudad de México. La investigación incluyó el estudio del biodeterioro de la madera, la identificación de la especie de la misma y el análisis de las estructuras a nivel microscópico para comprender el deterioro ocasionado por el enterramiento de más de 500 años en un suelo poco drenado. Esta investigación fue el paso decisivo para cambiar el rumbo en la conservación de materiales orgánicos húmedos o saturados provenientes de contextos arqueológicos.

## PROYECTO DE INVESTIGACION Y CONSERVACION DE LOS ARTEFACTOS ORGANICOS PROVENIENTES DEL SITIO ARQUEOLOGICO MANATI

En 1997 se inicia el proyecto de investigación y conservación de los artefactos de madera en estado saturado de agua procedentes del sitio arqueológico de Manatí, Veracruz. A pesar de las adversas condiciones a las que se sometieron los objetos dentro de su contexto sistémico y su contexto arqueológico<sup>6</sup> a través del tiempo, la conservación del material orgánico fue sobresaliente. Se decidió que estos objetos, singulares e importantes por relacionarse con las culturas



*Foto 2. Trabajos iniciales de conservación en las esculturas extraídas del sitio arqueológico Manatí, Veracruz, México.*



*Foto 3. Trabajos de conservación en los dinteles de madera arqueológica de Tlatelolco, Ciudad de México.*

3 Avila Rivera (1992).

4 Chan y Correa (1993).

5 Mainou (1994).

6 El contexto sistémico es según Schiffer (1973) el contexto de producción y de uso en el que se articula un objeto a la organización social, donde se pone en funcionamiento y uso un objeto y se somete a la transformación cultural y natural, el contexto arqueológico es el receptáculo de artefactos que ya se han desechado, desarticulado, abandonado o sustituido y que ya no se articulan con la sociedad que los produjo o que los reutilizó, en él han quedado sepultados para seguir un largo camino de transformación natural hacia su descomposición total.

prehistóricas del México antiguo, debían ser estudiados, conservados y en algunos casos restaurados para transmitirse al futuro.

Un grupo de esculturas talladas en madera y otros objetos de tipo ritual fueron localizados fortuitamente en las anegadas tierras de las partes bajas más cercanas al cerro Manatí, por habitantes de localidades cercanas. Por las características de su rara preservación, la antigüedad de estos materiales y su valor cultural fue necesario instrumentar un estudio en torno a este material, así como aplicar tratamientos de conservación que permitieran mantener de manera estable al conjunto de materiales arqueológicos.

Los objetos culturales de este sitio arqueológico que fueron extraídos desde 1989 por un grupo de arqueólogos de Veracruz<sup>7</sup> y por restauradores de la antigua Dirección de Restauración<sup>8</sup> del mismo Instituto se enviaron a los talleres de conservación y restauración de México para ser sujetos a tratamientos de conservación pertinentes.

A pesar de que estos artefactos fueron extraídos hace varios años, han permanecido en sus respectivos embalajes esperando tratamiento que por diferentes motivos no han podido efectuarse. Es importante recalcar que no se trata de un único objeto sino de un conjunto, y que por lo tanto el proyecto se dirige a una problemática compleja de un conjunto de objetos con características similares.

En el caso de los objetos orgánicos del Manatí, la composición del material biológico tiene una influencia en su comportamiento y en su conservación. En general su naturaleza orgánica lo hace susceptible a las condiciones ambientales, así como a otros factores de degradación. Sus microcomponentes se transforman con el tiempo y pierden muchas de las propiedades que originalmente los hacían materiales aprovechables por el hombre para la construcción y manufactura de muchos objetos útiles y ornamentales de la vida común.

En el campo de la conservación a nivel mundial existe una seria preocupación en relación a los diferentes métodos implementados para el tratamiento de objetos de naturaleza orgánica, ya que en el curso de este siglo se han utilizado una serie larga de ellos que han tenido una variada gama de resultados.

En México, el hallazgo de este tipo de objetos es inusitado, esto mismo motiva al análisis y a la especialización en este campo, pues indudablemente son muchos los datos que arrojan estos materiales en relación a la diversidad artefactual de la vida doméstica, ritual, constructiva, entre otras facetas, de ciertos grupos humanos de los que nos queda mínima información sólo a través de los vestigios arqueológicos.

El proyecto de investigación y conservación toma en cuenta las experiencias habidas en nuestro país en este terreno para no incurrir en omisiones que afecten

---

7 Arqloga. Ma. Carmen Rodríguez y Arqlogo. Ponciano Ortiz.

8 Rest. Julio Chan Verduzco y Rest. César Correa.

considerablemente los resultados. De igual manera se tomaron en cuenta aspectos del trabajo previo que han efectuado otros especialistas en el mundo.

Diferentes experiencias se han desarrollado en países que cuentan con contextos benéficos para la conservación de materiales constituidos por fibras vegetales y abundantes restos arqueológicos de este tipo. Estos han utilizado y creado una tecnología para el estudio y la conservación de materiales culturales de este tipo que actualmente nos sirven como punto de partida y referencia en el trabajo cotidiano.

Actualmente es de todos conocido que existen muchos más métodos de análisis que en el pasado, y estos nos permiten determinar, de manera al menos más precisa que la observación a simple vista, los resultados de las intervenciones tanto a nivel macroscópico como microscópico. Igualmente se ha hecho énfasis en los diferentes laboratorios de análisis y de conservación la importancia que tiene determinar con precisión las condiciones en que la preservación se ha llevado a cabo, pues estas orientan respecto a la definición del estado de deterioro y de conservación diferencial que se produce en las diferentes estructuras con que cuentan todos los materiales fibrovegetales.

Es necesario que el trabajo institucional tome en cuenta la instrumentación de programas de estudio y conservación y que estos se desarrollen paralelamente teniendo como función la resolución de un problema concreto. De esta manera se justifica la inversión de una investigación y se buscan las mejores alternativas para la conservación de un material cultural específico que sin lugar a dudas representa un reto para el área de la conservación y la restauración, por la dificultad del análisis y la realización de los tratamientos, la infraestructura necesaria para efectuarlos, la duración y los costos que estos implican, así como los alcances en términos de efectividad, innovación y conclusión del problema.

En este proyecto se determinan los factores que produjeron la conservación del material orgánico, se examinan por medio de diferentes técnicas de análisis los deterioros que presenta el material y con base en ese análisis previo se propone la experimentación de los sistemas de conservación más apropiados, finalmente se lleva a cabo la conservación y restauración del grupo de esculturas y otros objetos pequeños que por largo tiempo han estado esperando ser intervenidos.

## **OBJETIVOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACION Y CONSERVACION DE LOS ARTEFACTOS DEL MANATI**

1. Reunir y analizar la información relativa a los objetos arqueológicos que ha sido asentada en los reportes de excavación arqueológica, para establecer las

posibles causas de preservación de los mismos, definir con precisión si la estratigrafía arqueológica influye directamente en la conservación.

2. Establecer los factores externos microambientales que favorecen la conservación y el deterioro del material orgánico en cuestión.
3. Evaluar y analizar el estado de conservación de los objetos arqueológicos que han sido sujetos a tratamientos de conservación después de su recuperación.
4. Diagnosticar y analizar el estado de conservación de los objetos arqueológicos que no han sido sometidos a ningún tratamiento de conservación y que permanecen empacados desde su recuperación *in situ* en los talleres de la Coordinación Nacional de Restauración del Patrimonio Cultural.
5. Establecer en coordinación con los arqueólogos responsables del material cultural, el uso, la función y el destino de las piezas para seleccionar los tratamientos de conservación más adecuados a estos aspectos.
6. Proponer y efectuar a través de un sistema de experimentación los tratamientos de conservación y restauración específicos para el material ajustados a la condición material que guardan.
7. Evaluar los resultados obtenidos en los tratamientos de conservación y restauración del material.

## CARACTERÍSTICAS DEL CONTEXTO DE PRESERVACION

El sitio arqueológico de El Manatí se ubica en el Municipio de Hidalgotitlán, en el Estado de Veracruz. Este sitio es cercano a la cuenca del río Coatzacoalcos y se caracteriza por estar rodeado de mantos de agua. Está localizado en los 93° 37' de longitud Oeste y 17° 40' de latitud Norte. Su clima de acuerdo con la estación meteorológica cercana es del tipo cálido húmedo con lluvias en verano, con temperatura media anual de 25.7°C y 2,014 mm de precipitación anual<sup>9</sup>. Es un área de turba o pantano, con clima tropical húmedo, que en la mayor parte de los meses del año permanece inundado por las aguas aluviales. Desde hace mucho tiempo el área constantemente se inunda por el desbordamiento de la laguna Manatí, cercana al cerro del mismo nombre (y entre los cuales se localiza el sitio arqueológico), por las lluvias torrenciales y la afluencia de manantiales del cerro cercano.

El sitio de Manatí se localiza en un área importante de asentamientos Olmecas. El suelo aluvial en que se depositaron los objetos rituales Olmecas está formado por las fuertes inundaciones en el área que depositaron consecutivamente capas de sedimentos humíferos tales como junquillos, zacates, hojas y arbustos y



**Foto 4.** Mapa del sur de la República Mexicana donde se aprecia la ubicación del sitio arqueológico Manatí en el Estado de Veracruz y la localización de otros sitios Olmecas importantes. En: *Revista Arqueología Mexicana* 1998.

9 García (1981).

que formaron una capa entre los 3 y 10 cm de espesor; esta capa está separada de otra de un barro color rosado, y que al secarse tiene apariencia de madera comprimida pareciendo corresponder a una capa denominada comúnmente humus bruto o Mor<sup>10</sup>. El humus bruto consiste en material orgánico turboso que forma un estrato superficial que suele separarse del suelo inmediato superior. Las capas de barro rosado y otro de coloración más oscura que componen al suelo indican por su consistencia y tonalidad que contienen una buena acumulación de cieno rico en materia orgánica con una alta concentración de carbón<sup>11</sup>. Esta formación está evidentemente provocada por tremendas crecientes y anegamientos que causaron un impacto ecológico en el área hace muchos cientos de años. También se cuenta con una capa de color casi rojo yuxtapuesto al barro rosado que se debe a la alta concentración de almagre o hematita, de proveniencia natural en el cerro, el cual se filtra y se asienta en las capas de sedimentos ayudada por la presencia de agua y la humedad del nivel freático<sup>12</sup>.

Las características de estos estratos se ajustan a lo que se conoce como turba y que se define como un sedimento rico en agua (hasta 90%), formada por los restos de organismos vegetales que crecen en áreas pantanosas<sup>13</sup>.

Por las características de las unidades estratigráficas fue posible determinar que todos los objetos encontrados, y de los que se enfatiza en este proyecto, no corresponden a la misma temporalidad, algunos se depositaron entre sedimentos, otros se arrojaron como ofrenda a las pozas.

Este sitio fue explorado debido a un salvamento arqueológico propiciado por los campesinos de la región que encontraron un conjunto de esculturas de madera y otros objetos. Desde 1988 los arqueólogos se han dedicado a realizar una serie de excavaciones para estudiar el área y determinar su importancia en el contexto Olmeca. De sus múltiples temporadas se han extraído objetos diversos, además de las esculturas de madera, como son hachas votivas, cerámica ritual, pelotas de hule y cuentas de jade.

El sitio presenta al menos tres fases distinguibles de ocupación; los objetos de madera en que este proyecto se basa corresponden a la tercera fase, que se encuentra entre los 2 y 4 metros de profundidad. Esta ocupación está datada por radiocarbono 14 en el año 1000 antes de nuestra era.

De algunas de las esculturas de madera se hicieron estudios anatómicos y se determinó que se trataba de al menos dos especies diferentes denominadas *Spondias mombim* (de nombre común Jobo) y *Ceiba petandra* (de nombre común Ceiba o Pochote)<sup>14</sup>. Hasta el momento no se han determinado otras especies en los objetos analizados.



**Foto 5.** Vista aérea del sitio arqueológico Manatí. Se observa al fondo el cerro Manatí y en las partes bajas las pozas naturales (Ortiz, 1995).



**Foto 6.** Escultura de madera encontrada en las capas de sedimento en Manatí. El contexto turboso permitió la conservación del material orgánico (Ortiz, 1995).

10 Rodríguez y Ortiz (1989).

11 Rodríguez y Ortiz (1989).

12 Rodríguez y Ortiz (1989).

13 Rodríguez y Ortiz (1989).

14 Barajas (1992).

En cuanto a los antecedentes del área de conservación cabe decir que desde 1988 la antigua Dirección de Restauración ha participado en el Proyecto Manatí, a través de trabajos de conservación *in situ* aplicando tratamientos de primeros auxilios y embalajes de transportación de las piezas, y también con la intervención en los talleres y laboratorios de la Coordinación para conservar y restaurar algunas de las piezas extraídas del sitio.



Foto 7. Vista de las esculturas recuperadas del contexto arqueológico durante el proceso de inmersión y desinfección practicado en 1990.

En 1989 se trasladaron al sitio arqueológico dos restauradores<sup>15</sup> para atender con urgencia la conservación de las piezas encontradas accidentalmente y que fueron depositadas en canoas por varios meses. Los restauradores se hicieron cargo de embalar y aplicar medidas preventivas de al menos trece esculturas antropomorfas y otros objetos. De las actividades principales que los restauradores llevaron a cabo, destacan las siguientes tareas de conservación *in situ*:

- Aplicación de un biocida en agua. Se utilizaron angostas canoas para depositar las piezas en agua con una solución de pentaclorofenato de sodio al 10%.
- Embalaje en tres capas. Se utilizó un recubrimiento de plástico de polietileno de baja densidad, después una capa de hule espuma de 2 cm de espesor y finalmente otra capa de polietileno de baja densidad para guardar la humedad. Sobre este paquete se vertió espuma de poliuretano expandible para formar un bloque rectangular y amortiguar el movimiento de la escultura durante su traslado.

Dentro de las tareas de conservación y restauración directas se pueden mencionar:

- Determinación del pH del agua en que se encontraban las piezas.
- Limpieza superficial de la superficie de las piezas con agua destilada y cepillos suaves.
- Desacidificación y eliminación de impurezas con baños de agua destilada y aumentando la temperatura a 45° C durante 4 horas.
- Sustitución del agua por deshidratación gradual con solventes orgánicos. Con el uso de alcohol etílico durante un mes las piezas se colocaron en inmersión con baños de alcoholes graduales de 70%, 50%, 30% y absoluto. Posteriormente se sustituyó el alcohol absoluto por acetona en cambios graduales a diferentes diluciones iniciando con 70%, 50%, 30% y absoluta.
- Consolidación. Algunas de las piezas que se intervinieron se impregnaron con una mezcla de resina colofonia acetona al 15%; en tinas de hierro con difusor de calor a 40°C se reguló la temperatura con un termostato durante varias semanas.
- Limpieza de excedentes de resina.



Foto 8. Escultura de madera tratada con el método de consolidación de colofonia.

15 El Ingeniero Julio Chan y el Restaurador César Correa.



Estos tratamientos fueron aplicados a una serie de piezas que llegaron a la Coordinación desde 1989 y a otro conjunto de 1990. Las piezas sobrantes no fueron tratadas y permanecen empacadas desde 1992. Los lotes restantes se han intervenido parcialmente y otras permanecen en su embalaje provisional.

## METODOLOGIA DEL PROYECTO

En las últimas tres décadas se han producido grandes avances en el conocimiento de las características de la madera deteriorada que proviene de contextos arqueológicos. Muchos investigadores del mundo y unos cuantos en México se han preocupado por revisar los métodos de conservación que se han utilizado a lo largo del tiempo y que no siempre han sido satisfactorios para el material cultural.

Hoy podemos decir que mucha de esa información se ha sistematizado y se tienen por conocidos muchos fenómenos que se producen en la madera que ha permanecido sepulta en el contexto arqueológico y que por determinadas circunstancias ha llegado al mundo moderno a través de las excavaciones arqueológicas. Las observaciones y los análisis practicados a los múltiples objetos han marcado una línea de estudio que ha enfatizado en la determinación de los procesos de deterioro para desembocar en un tratamiento mucho más preciso que atenúe esas condiciones de alteración y transformación acentuadas.

Los modelos antiguos de prueba y error condujeron sin lugar a dudas a otros mucho más razonados y reflexivos que se valieron del uso de la ciencia y de sus técnicas para intentar acercarse a otro nivel de análisis y tratar de explicar los comportamientos a diferentes escalas. Sin embargo, muchos de los trabajos producidos por científicos dicen muy poco a los restauradores que se dedican a trabajar directamente con los materiales culturales. Esto ha generado que los propios restauradores trabajen en conjunción con el científico<sup>16</sup>. De esta manera el restaurador se ha tenido que documentar e informar en relación a los aspectos básicos de la composición del material, su comportamiento en condiciones conocidas, su transformación por factores culturales y naturales, etcétera. El trabajo conjunto entre especialistas ha permitido que el restaurador tenga elementos suficientes para interpretar la información y a su vez conduzca el trabajo de investigación para que no se pierda de vista el objetivo primordial: la resolución de un problema práctico.

En este proyecto se recogen un sinnúmero de experiencias que se han producido en otras partes del mundo y que permiten comprender el problema al cual nos enfrentamos, guardando las proporciones respecto a la tecnología que se utiliza y con la debida diferencia que radica en la particularidad de las maderas

---

16 Blanchette, Daniel y Abad (1990); Browning (1970); De Jong (1979); Florian (1981); Grattan y Clarke (1987); Hoffmann y Jones (1990).

típicas de la región tropical que no se han utilizado para la conducción de trabajos de experimentación en otros laboratorios de conservación.

El enorme potencial de un material arqueológico en cuanto a la información que brinda sobre su transformación y su conservación debe subrayarse. Esta información repercute indiscutiblemente en las opciones que se contemplen para elegir un método de conservación y restauración.

Aunque no contamos con un registro previo de las condiciones en las que se encontraba el material sepulto, al menos las condiciones generales se tomaron en cuenta para inferir cuál fue la repercusión de estas en la conservación del material y el nivel de alteración que sufrió en el enterramiento.

La metodología que se ha diseñado para abordar este proyecto amplio es singular. Se han elegido diversos métodos de análisis como son: 1) a través de la *información documental bibliográfica* que nos brinda datos sobre la procedencia exacta de las piezas, las condiciones de su lecho de enterramiento, la importancia de su hallazgo, su función y uso en la sociedad que las produjo, 2) el camino *técnico científico* mediante la aplicación de una serie de análisis para interpretar el patrón de deterioro y de transformación de los elementos que componen al material fibrovegetal, así como la especie como factor de conservación, la distribución y cambio en sus constituyentes químicos y el comportamiento ante los diferentes tratamientos de conservación y restauración para abatir los problemas de deterioro, 3) el análisis de la condición del material antes y después de la intervención a través de los *preceptos dictados por la teoría* de la conservación y la restauración.

## PROPUESTA DE TRABAJO

La propuesta de trabajo está dividida en siete fases completas. La **primera fase** contempló la definición de los aspectos relativos al destino de las piezas, las nuevas condiciones de almacenamiento; la determinación de la ventaja de aplicar ciertos tratamientos de conservación en relación al uso y función; las condicionantes de la aplicación de tratamientos; la asignación del presupuesto para la adquisición de equipo, herramientas y materiales de trabajo y el establecimiento de convenios interinstitucionales para efectuar en los laboratorios pertinentes los análisis; la fijación de la duración y costos de los tratamientos y la peligrosidad del tratamiento y medidas de seguridad necesarias.

La **segunda fase** de trabajo consistió en hacer una revisión bibliográfica y documental revisando los reportes de excavación en los que se acentuó el interés en los datos relativos a: la estratigrafía de las unidades excavadas, la composición y características estratigráficas, la disposición de los objetos recuperados, las condiciones microambientales registradas en las unidades de excavación. También

se efectuó una revisión bibliográfica en la que se pudo extraer información relativa a tópicos generales como son: las características ambientales de la región, la transformación geomorfológica del terreno que puede influir en la conservación del material, los recursos maderables que se han utilizado en la región en los últimos tiempos y en el pasado Olmeca y la importancia de las representaciones escultóricas en el mundo Olmeca.

La **tercera fase** consistió en la identificación del material que permanece embalado. Definir el tipo de objetos que se tratarán, determinar su procedencia y localización exacta en la excavación. La adecuación del taller de conservación, implementación de las tinas de tratamiento, construcción de las cámaras de control de humedad y temperatura, obtención de los materiales que se utilizarán en el embalaje provisional y en los contenedores necesarios para la conservación. El desembalaje de una sola escultura del bloque de resina expandible en el que se encuentra empacada y la puesta en funcionamiento de la cámara de humedad.

La **cuarta fase** incluyó el diagnóstico de la pieza desembalada a través del registro fotográfico antes, durante y después de los tratamientos de conservación. El registro de la condición del objeto y sus causas: de la condición aparente visible, se utilizó el sistema de mica transparente para marcar en una calca 1:1 el contorno y los deterioros macroscópicos. La estimación de los factores de deterioro intrínseco como pueden ser: la identificación de la especie de la madera, la determinación de albura, duramen, anillos de crecimiento, defectos naturales presentes en la pieza y se deducirá la influencia de estos elementos en la conservación y/o deterioro de la pieza, la determinación del contenido de humedad por el método de determinación de contenido de humedad en volumen verde o anegado, la determinación de la densidad de la madera en estado anegado y comparado a la densidad de una madera sana de la misma especie, la determinación de bacterias y hongos a través de la técnica de observación al microscopio óptico, cortes en tres direcciones (radial, tangencial y transversal) para observar la presencia de los siguientes y al microscopio electrónico de barrido de cortes seleccionados donde se observan:

- Hifas, esporas o cuerpos fructíferos en el interior de las células o el efecto de su presencia con el rompimiento de pared celular.
- Identificación de erosión en la pared secundaria a través de canales angostos produciendo adelgazamiento, formación de cavidades, grietas en las paredes celulares. Formación de túneles y estructuras concéntricas hasta la lámina media.

La determinación de cambios en los constituyentes químicos a través de las técnicas histoquímicas de ensaye.

- Técnica de Azul de toluidina para observar la pérdida de celulosa y hemicelulosas.

- Técnica de Floroglucina, destrucción de las células de parénquima, observación de componentes químicos en las estructuras celulares: lignina, celulosa, hemicelulosas, almidón.
- Técnica de Zafranina: para detectar la condición de las paredes celulares, la deformación sufrida o colapsamiento de las fibras, la aspiración de punteaduras, y otros daños físicos.

Todas las técnicas de ensaye se probaron con cortes en tres direcciones de madera arqueológica y se compararon con cortes teñidos de madera sana de la misma especie. Estos cortes se observaron al microscopio y se describieron las características de las estructuras deterioradas según el patrón establecido de análisis de observación y descripción: detección de las células de parénquima, disposición y contorno, determinación de las células de vaso, porosidad y tamaño de poros, disposición de los poros o vasos, longitud de los radios, estado de las traqueidas. Descripción del estado y disposición de las punteaduras, denotación de punteaduras aspiradas, descripción de las paredes celulares, grosor y detección de daños como roturas, adelgazamiento, fisuras y grietas.

Los resultados de los análisis se interpretaron de la siguiente manera: se especificaron los daños más significativos a nivel anatómico, a nivel químico y a nivel aparente físico. Esto se relacionó con un posible tratamiento que atenúa la debilitación del material y la predicción del comportamiento ante el momento de la consolidación y el secado.

La **quinta fase** consistió en la aplicación de un sistema de desinfección, limpieza y la práctica de las pruebas de consolidación y secado. Se aplicó un sistema de limpieza superficial para eliminar los depósitos de sedimentos y acumulación de estos en la superficie, y se planearon las pruebas de consolidación y secado.

Se eligieron los consolidantes adecuados para la densidad, contenido de humedad y condiciones de deterioro del material. Se establecieron los parámetros de intervención y en objetos pequeños procedentes del mismo contexto se efectuaron pruebas experimentales en las que se consideraron los siguientes aspectos de la consolidación<sup>17</sup>: la práctica de una consolidación integrada se logra donde las interfaces de la madera y el consolidante son fuertes y producen una buena resistencia en la madera a través de enlaces superficiales e impregnación de todas las cavidades de la madera para evitar los esfuerzos del secado y los efectos de la tensión capilar, así como proveer resistencia mecánica a las estructuras para evitar contracciones y distorsiones. Se realizarían pruebas de impregnación total con dos consolidantes tomando en cuenta lo siguiente: que fueran de fácil manejo y menor riesgo al equipo de conservación y al objeto, que tuvieran un apropiado grado de tensión superficial para ser absorbidos y penetrar adecuadamente en el objeto, que tuvieran cualidades adhesivas y cohesivas para unir a la estructura deteriorada,

---

17 Wermuth (1990)

que fueran estables dimensionalmente, que fueran estables ante el calor, que tuvieran baja higroscopicidad y buenas propiedades mecánicas coincidiendo con las propiedades del material reemplazado (agua), que tuvieran una resistencia a la compresión y a la tensión similar a la de la madera, que fueran flexibles, que fueran reversibles en la medida de lo posible, que se pudieran realizar otros tratamientos de restauración y conservación después de que se aplicaran como la eliminación de organismos deteriorantes, o bien se pudieran adherir fragmentos, restituir materiales perdidos, etcétera, y que las moléculas del consolidante se difundieran en el interior de los microcapilares de la pared celular. Una vez efectuados los sistemas de consolidación se realizó el tratamiento de secado y una vez concluido se establecieron las siguientes mediciones:

- Cambios en la densidad con el método descrito previamente.
- Cambio dimensional a través de la medida de la eficiencia antiencogimiento establecida por Grattan y Cooke<sup>18</sup>.

Se determinaron la cantidad de materiales, equipo y herramientas necesarios para aplicar al mejor resultado de consolidación. Se estableció el costo y la duración del tratamiento como un factor de consideración para efectuarse.

La **sexta fase** incluye la fabricación de los contenedores apropiados para la consolidación y el secado de los restos de los objetos culturales y la aplicación del tratamiento.

Finalmente se efectuarán los tratamientos de restauración pertinentes como son: unión de fragmentos, reintegración estructural, capa de protección.

La **séptima fase** incluye la elaboración del informe de resultados finales.

## RESULTADOS ALCANZADOS EN LA ACTUALIDAD

Los artefactos estudiados incluyen esculturas antropomorfas, objetos ceremoniales y otros objetos ceremoniales.

De la **primera fase** de trabajo se determinó que los tratamientos de conservación que se aplicaran permitirían hacer a los objetos materiales exhibibles, dignos de ser expuestos en museos de Veracruz, pero no material susceptible de exposiciones itinerantes, pues no se tiene la seguridad de que la estabilidad alcanzada por los tratamientos de conservación fallen al cambiar de ambiente. Se adquirieron tinajas de impregnación, sustancias biocidas y consolidantes a lo largo de 4 años para intervenir a los objetos y se estableció un convenio con la Escuela Nacional de Conservación, Restauración y Museografía y el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares para efectuar los análisis pertinentes. Se determinó que

---

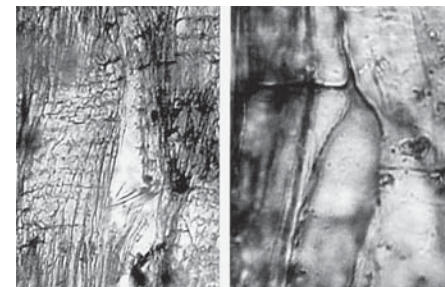
18 Grattan y Cooke (1990).



*Foto 9. Bloques de resina expandible que cuentan con objetos embalados listos para su conservación.*



*Foto 10. Trabajos de identificación de la madera y del análisis de su deterioro a nivel microscópico. Se observa en el monitor un corte delgado teñido que muestra el daño en pared celular.*



*Foto 11. Corte radial que muestra adelgazamiento, rotura y colapso de paredes celulares. Microscopio óptico. 60x.*

la duración de los tratamientos sería de aproximadamente tres años y los costos no ascenderían a más de 5,000 dólares americanos. Se decidió que se optaría por tratamientos que implican el uso de sustancias no tóxicas para los conservadores y que requirieran la menor cantidad de medidas de seguridad para aplicarlas.

De la **segunda fase** de trabajo se tuvieron resultados poco claros. A pesar de que se estudió la estratigrafía del sitio se puede decir que los procesos de interrelación entre el material cultural y las matrices de suelo son inciertos. La gran cantidad de materia orgánica y la abundante cantidad de agua definitivamente impidieron los procesos de oxidación que se llevan a cabo en suelos bien drenados. Sin embargo, los procesos de hidrólisis de la celulosa son claros en la estructura deteriorada de la madera, producto probablemente de la gran acumulación de compuestos de hierro. La mínima cantidad de oxígeno por la profundidad a la que se encontraban los objetos y la cobertura acuosa que formaba las pozas naturales fueron el contexto adecuado para evitar la pudrición normal de objetos orgánicos. Sin embargo, quedan muchas dudas sobre los procesos de alteración producidos por los componentes del suelo y las reacciones químicas que se produjeron entre el material cultural y el suelo. Sobre los recursos maderables que se han utilizado en la región en los últimos tiempos, se puede decir que los pobladores del área reconocen a la ceiba como una madera aprovechable para distintos usos, uno de ellos el ornamental. La distribución de ceiba en la región es homogénea y relativamente abundante, aunque en la actualidad son muy preciadas porque tienden a la desaparición promovida por la deforestación y la creación de áreas no maderables por la intromisión de pastos para el ganado. En cuanto al Jobo o ciruelo, se tiene que esta especie no fue aprovechable a gran escala, únicamente como especie útil para la construcción y elementos de la carpintería negra. Sus características anatómicas hacen de esta una madera difícil de tallar y poco durable. Normalmente la madera es atacada por hongos aun cuando el árbol está en pie, lo que la hace poco resistente en términos generales.

En la **tercera fase** se determinó que existían 12 elementos restantes por recibir tratamiento, de diferentes temporadas de excavación y que incluyen esculturas y otros elementos escultóricos. Se determinó de qué temporada procedía cada uno y el área de excavación. Se adecuó un taller para trabajar y se adquirieron tinas plásticas para tratamiento. Se desembaló una pieza para registro y para tratamiento.

Los resultados de la **cuarta fase** son amplios. Se efectuó el registro fotográfico antes, durante y después de los tratamientos de conservación. Se hicieron los registros gráficos pertinentes. Se determinó la especie de la madera como *Spondias mombim* o ciruelo. No se pudo determinar área de duramen en el objeto. El máximo contenido de humedad se estimó y los resultados indican que la madera puede clasificarse como tipo I de acuerdo con las categorías establecidas por De Jong<sup>19</sup> en donde el máximo contenido de humedad alcanzado fue 653%. La gran

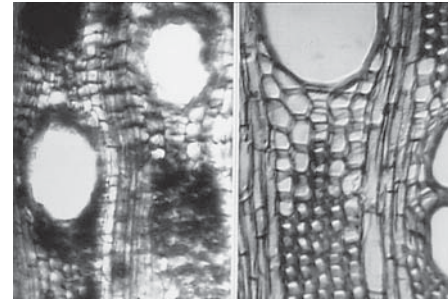
19 De Jong (1979).

cantidad de agua en la estructura de la madera produce un material muy suave sin ningún tipo de centro sólido sano; el alto porcentaje de humedad puede considerarse como un indicador de la pérdida de la celulosa, como una función del deterioro que implica la gran cantidad de espacios vacíos<sup>20</sup>. La densidad fue calculada en  $0.203 \text{ g/cm}^3$  usando el método tradicional y este valor fue considerado como un efecto de la alta deterioración, ya que el valor de la densidad de la madera sana de la misma especie corresponde a  $0.370 \text{ g/cm}^3$  (ver foto 10).

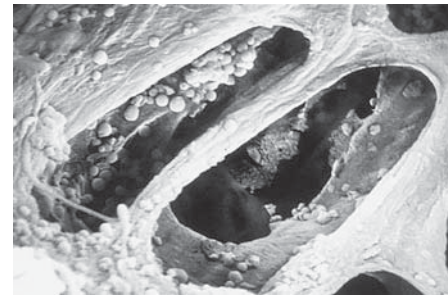
Los cambios en las propiedades físicas fueron relacionados con el deterioro; el color claro y la pérdida de brillantes comparada con las características de la madera sana implican las consecuencias de un cambio químico.

También la alta permeabilidad fue detectada en las muestras de madera secas al aire libre. La aparición de grietas y fracturas y el severo encogimiento en dichas muestras sugieren una inestable y frágil estructura química de madera disociada.

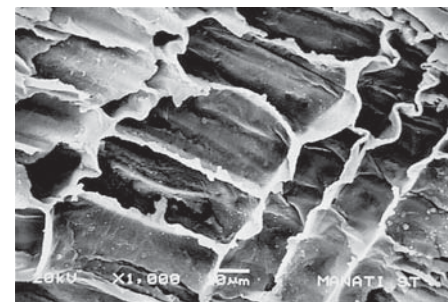
Las observaciones de los cortes delgados fueron realizadas en microscopía óptica y microscopía electrónica de barrido para relacionar el daño de las estructuras celulares con la apariencia física macroscópica, el alto contenido de humedad y los valores de densidad. Los cortes fueron sometidos a pruebas histoquímicas de tinción con azul de toluidina y floroglucina para la microscopía óptica y para la microscopía electrónica los cortes delgados en planos tangencial, radial y transversal fueron tomados con navaja y montados directamente en una cinta de aluminio de doble cara para ser sometidos a un sistema de bajo vacío a 20 kv (con un equipo Jeol JSM-5900 LV con un detector Oxford de rayos X). Se analizaron muestras sanas de madera y muestras deterioradas. (ver foto 11). El tejido leñoso muestra una considerable pérdida de paredes celulares y particularmente en las células de parénquima. Existe erosión de la pared secundaria, hay adelgazamiento y grietas en las paredes. No se descarta la posibilidad de daño por bacterias producto del enterramiento, aunque esto no es posible comprobarlo con las observaciones efectuadas. Las fibras y traqueidas están distorsionadas aunque en menor escala que las paredes del parénquima. Las paredes de los vasos son irregulares y las aperturas de las punteaduras están erosionadas y algunas veces perdidas. No todas las estructuras celulares muestran el mismo grado de deterioro. La estructura no presenta ninguna resistencia física y tiene un esqueleto remanente de celulosa muy frágil donde el agua actúa como relleno y da soporte manteniendo la forma y la estructura de la madera restante. Se detectó ataque biológico (hifas y pequeñas bolsas de esporas) incipiente relacionado con la exposición al aire libre después de la excavación; sin embargo, este deterioro biológico no se considera el principal factor de deterioro y es producto de la etapa postenterramiento. Los depósitos de algunos minerales fueron detectados usando un microanalizador adaptado al equipo de microscopía electrónica. Altos porcentajes de Fe, Mg, S fueron encontrados y su presencia debería considerarse para interpretar el proceso complejo de



**Foto 12.** Corte transversal que muestra madera sana (izquierda) y madera deteriorada (derecha) de la misma especie. Se aprecian los daños en la pared celular con el adelgazamiento y la deformación de vasos. Microscopio óptico. 60x.



**Foto 13.** Se observan glóbulos de almidón entre las estructuras celulares. Corte transversal SEM.



**Foto 14.** Deterioro de las estructuras. Adelgazamiento y deformación de paredes. Corte transversal SEM.

<sup>20</sup> Grattan and Cook (1990).

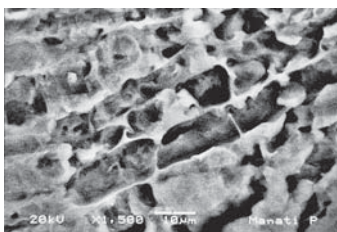
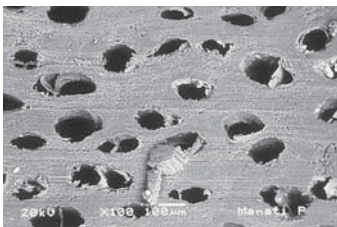
preservación. Algunos otros análisis serán realizados en un futuro cercano para comprender cómo los compuestos minerales depositados en la estructura de la madera influyen los tratamientos de conservación. Adicionalmente, los análisis químicos basados en los estándares de la TAPPI se encuentran en proceso para traducir el daño físico en pérdidas de orden químico.

En cuanto a la **quinta fase** de trabajo se utilizó un sistema de desinfección recomendado por Morgos *et al.*<sup>21</sup> con Izotiazolones (Kathon LX 1.5%) que produce Rohm and Haas. Este sistema de desinfección es de alto espectro, contra hongos, bacterias y algas que se desarrollan en sistemas acuosos. Son efectivos a bajas concentraciones, en amplios rangos de pH y no son iónicos, son solubles en agua, son biodegradables y de baja toxicidad. Se practicó una limpieza mecánica con pincel y agua para eliminar los residuos de sedimentos que se encuentran sobre la superficie de la madera y que pueden contaminarla con esporas y algas. Se efectuaron cinco limpiezas con cambios de agua para eliminar la acidez remanente del contexto arqueológico. Se alcanzó un pH de 6.5 después de la limpieza y los cambios continuos de agua.



**Foto 15.** Conjunto de objetos seleccionados para las pruebas de consolidación con sacarosa y polietilenglicol.

Respecto a las pruebas de consolidación se eligieron dos tratamientos de conservación que fueron usados en una serie de artefactos pequeños procedentes del mismo contexto de excavación y de características similares de contenido de humedad (entre 500 y 900% de CH), densidad y especie de madera. El tratamiento con sacarosa y el método de polietilenglicol en dos etapas (pesos moleculares 1000 y 4000) fueron los procesos seleccionados de acuerdo a que ambos tratamientos han sido ampliamente probados por más de 10 años y son usados en una gran variedad de artefactos con diferentes condiciones físicas. Los tratamientos elegidos son fáciles de practicar considerando un presupuesto no elevado y sin necesidad de equipos sofisticados. Los tratamientos seleccionados no son peligrosos para los conservadores que los practican y han dado buenos resultados en artefactos pequeños con altos valores de contenido de humedad y severo deterioro. Se seleccionaron artefactos pequeños para probar ambos métodos y en ambos procesos el tiempo de impregnación fue de cuatro meses a temperatura ambiente. La concentración se incrementó gradualmente hasta alcanzar el 75% en solución acuosa. Los resultados obtenidos con los polietilenglicoles muestran que se mejoró la condición física de los artefactos, y un encogimiento severo fue prevenido con ellos. Sin embargo, la apariencia de la madera se transformó completamente debido al tratamiento y se afectó el color y la textura haciéndola extremadamente lisa y oscura, con cierta consistencia pegajosa (ver fotos 16 y 17). El método del polietilenglicol requiere tiempo y atención para evitar la separación de los componentes de la mezcla, pero el tratamiento implica una profunda penetración en todos los espacios de la madera. Con el azúcar sacarosa se alcanzaron buenos resultados en términos de mejoramiento de la apariencia, ligeramente modificada por el tratamiento, se alcanzó un color y textura natural pero el mejoramiento de la resistencia física es relativo. Sin embargo, se evitó un severo encogimiento, aunque se produjeron algunas fisuras después del



**Fotos 16 y 17** Corte transversal de madera consolidada con sacarosa. Se observa que el consolidante no penetra en todas las cavidades de la madera de manera homogénea. SEM.

21 Morgos *et al.* (1993).



tratamiento. La penetración de la sacarosa no fue uniforme, pero la sustancia relleno los espacios vacíos aunque no el conjunto de las paredes celulares.

Se estimó que no existieron cambios determinantes en la densidad y que el factor de eficiencia antiengordamiento había sido de 78% en el método de la sacarosa y 90% en el método del polietilenglicol.

Se evitó la infección biológica en el proceso de impregnación a través del uso del sistema de desinfestación en la tina de impregnación con el mismo biocida utilizado en la limpieza anterior y en el proceso inicial de desinfestación. El proceso de secado duró tres meses a baja temperatura -10°C y a temperatura ambiente durante seis meses.

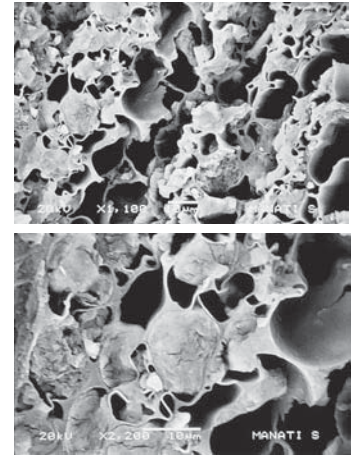
Se estableció que la duración de la consolidación para los objetos restantes sería de 15 meses y el proceso de secado de 12 meses. Se determinó que sería apropiado continuar con la impregnación de los siguientes objetos con el método de azúcares sintéticos, ya que con los resultados obtenidos en experiencias recientes<sup>22</sup> el método con Lactitol (azúcar sintético derivado de la lactosa) mejora las propiedades de la sacarosa. Este azúcar es asequible en términos de recursos financieros y tiene la ventaja de ser menos higroscópico y más resistente al ataque de microorganismos que la sacarosa; sus propiedades cristalinas son mejores que los de azúcares naturales y su peso molecular cercano a 300, con lo cual la impregnación es promovida por altas concentraciones.

## CONCLUSIONES

Los resultados parciales que se han obtenido en este proyecto son únicamente parte de un proceso que aún no termina.

Las conclusiones preliminares pueden abordarse en tres diferentes niveles: el teórico, el técnico y el operativo.

Respecto al primero se puede decir que los tratamientos de conservación que se aplican a bienes culturales de tipo orgánico que presentan saturación de agua salen de los preceptos ampliamente aceptados para las intervenciones de este tipo. Los criterios de mínima intervención y reversibilidad se ven severamente transgredidos por falta de mejores recursos técnicos. No existe mínima intervención en la consolidación de materiales orgánicos saturados. La mínima intervención no es practicable ni es una tarea a través de la cual pueda recuperarse la condición de estabilidad perdida. La condición de irreversibilidad en la consolidación es imprescindible, ya que el tratamiento implica una falta de estabilidad y una fragilidad tales que la consolidación no puede nunca tener un carácter de reversibilidad sin afectar al remanente material original. En este sentido se considera que tal precepto debiera ser sustituido en este caso por afinidad. Los materiales de restauración



*Fotos 18 y 19. Corte transversal de madera consolidada con polietilenglicol en dos etapas. Se observa que el consolidante penetra homogéneamente en toda la estructura y rellena cavidades. SEM.*

<sup>22</sup> Morgos (1999).

deben ser lo más afines, en la medida de lo posible, a la materia original de los bienes a tratar, se debe sustituir el concepto de reversibilidad por afinidad. Esto implica que el comportamiento físico y mecánico del material adicionado será lo más parecido al material original, evitando procesos de alteración promovidos por la intervención.

El producto de la conservación genera un material nuevo, con características fisicoquímicas diferentes a la madera arqueológica original, con propiedades que ésta nunca tuvo como material original y desde esa perspectiva debe abordarse como un material con comportamientos particulares al medio ambiente en el que se sitúa. La modificación de la apariencia (imagen) es una condición de la aplicación de los tratamientos de conservación, no existe intervención sin modificación de la apariencia, los rangos de modificación deben valorarse en términos de semejanza o diferencia con el material original. La conservación es una actividad en la que convergen varias disciplinas para entender el comportamiento material de los bienes culturales; a medida que menos disciplinas participen en su desarrollo su condición científica será reemplazada por la condición técnica y repetitiva. El desarrollo de mejores y más eficientes técnicas es necesario para mejorar los tratamientos complejos de consolidación y secado de acuerdo a las posibilidades de presupuestos y de infraestructura. No existen objetos en condiciones idénticas y cada objeto requiere una aproximación particular, pero existen medidas generales que pueden aplicarse en un rango con resultados parcialmente similares. Es necesario diseñar equipos especiales apropiados para los artefactos a tratar y de acuerdo a las posibilidades financieras. La construcción de cámaras de impregnación y temperatura simples pueden ser utilizadas para la conservación ya que en países subdesarrollados no existen los medios para adquirir equipos especializados. Sin embargo, lo importante es contar con un buen modelo de monitoreo que permita evaluar el procedimiento y aproximarse a las condiciones ideales; la construcción de equipos directamente creados para resolver un problema de esta naturaleza permite entender mejor el problema que se desea resolver. Los tratamientos elegidos tienen un nivel de dificultad mínimo, el conservador debe únicamente verificar que las concentraciones y las temperaturas sean las apropiadas. No existe ninguna dificultad en aplicar tratamientos de este tipo si se tiene claro cuál es la base de su funcionamiento y de su éxito.

Es necesario que los tratamientos sean de larga duración para que funcionen adecuadamente y eso representa un costo mayor, pues el producto obtenido por tiempo invertido es imperceptible. Los tratamientos de menor duración no necesariamente son los más eficientes, situación que está en función de la condición de los objetos, no del tratamiento usado.

Las líneas de investigación en países con escasos recursos financieros y humanos deben dirigirse hacia los tratamientos de mínima inversión en materiales y equipo, los que deben suplirse con la calidad de la impregnación y el estudio de

las condiciones materiales de los objetos. Debe considerarse la instrumentación de equipos construidos por los propios conservadores abatiendo los costos y generando equipos específicos para condiciones del mismo tipo. Una parte fundamental del éxito de los tratamientos es la creación de modelos de monitoreo que permitan evaluar las intervenciones, modelos que aún no han sido creados para objetos que se exhiben o almacenan en condiciones poco óptimas en países de escasos recursos. En términos prácticos, deben experimentarse diferentes concentraciones en las soluciones consolidantes y tiempos de impregnación para mejorar los resultados de la consolidación. Muchos más análisis deben practicarse para mejorar la observación de los cortes en microscopía óptica y electrónica. Esta experiencia ha ayudado a demostrar que la consolidación de los artefactos de madera debe practicarse después de análisis detallados sobre su condición. El examen exhaustivo nos ha permitido crear un panorama real de la condición de la madera y predecir algunos resultados con ambos tratamientos. Debe corroborarse la eficiencia de los azúcares sintéticos como opción más viable en países con poca infraestructura. El uso de estos tratamientos debe practicarse cuidadosamente con maderas tropicales severamente dañadas para entender el comportamiento particular de estas. La evaluación del proceso de conservación siempre debe tomarse en cuenta en dos sentidos: en términos de apariencia en equilibrio con el mejoramiento de la estructura física, y esto debe ser siempre considerado una condición particular a cada tipo de artefacto.

Los proyectos con la participación de especialistas de diferentes disciplinas son los que tienen posibilidad de contribuir al desarrollo y crecimiento de la conservación. El taller laboratorio debe ser de estudio y de intervención, sólo combinando ambas partes es posible resolver un problema adecuadamente.

## BIBLIOGRAFIA

- ALONSO OLVERA, A. *Madera arqueológica anegada: una guía para su estudio y conservación*. Tesis de Licenciatura, Escuela Nacional de Conservación, Restauración y Museografía "Manuel del Castillo Negrete". México: INAH SEP, 1996.
- AVILA RIVERA, E. *Características que presenta la pared celular de la madera arqueológica saturada de agua y su comportamiento ante ciertos procesos de conservación*. Tesis de Licenciatura. Escuela Nacional de Conservación, Restauración y Museografía "Manuel del Castillo Negrete". México: INAH SEP, 1992.
- BARBOUR, J. Treatments for Waterlogged and Dry Archaeological Wood. En: ROWELL Y BARBOUR (eds). *Archaeological Wood, Properties, Chemistry, and Preservation*. Washington D.C., EE.UU.: American Chemical Society, 1990. pp. 177-194.
- BARAJAS, J. *Informe del estudio anatómico practicado a la madera de las esculturas de Manatí, Veracruz, practicado en los laboratorios del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México*. Texto mecanografiado del Archivo Técnico de la Coordinación Nacional de Restauración del Patrimonio Cultural. México: INAH CNCA, 1990.
- BARCLAY, R. *Conservation of Wooden Ethnographic Material*. Lecture Notes for 8<sup>th</sup> International Course on Wood Conservation Technology at Riksantikvaren. Oslo, Noruega: ICCROM, 1998.
- BLANCHETTE, R., T. N.; DANIEL, G. AND ABAD, A. Biological Degradation of Wood. En: ROWELL Y BARBOUR, (eds.). *The Archaeological Wood: Properties, Chemistry and Preservation*. Washington, D.C., EE.UU.: American Chemical Society, 1990. pp. 141-173.
- BLANCHETTE, R.A.; CERASE, R. AND ABAD, A.R. An Evaluation of Different Forms of Deterioration Found in Archaeological Wood. En: KOESTLER, R. J. (ed.). *Biodeterioration of Cultural Property*. Londres, Inglaterra: Elsevier Applied Science, 1991.
- BLANCHETTE, R.A. AND HOFFMANN, P. Degradation Processes in Waterlogged Archaeological Wood. En: HOFFMANN, P. (ed.), *Proceedings of the 5th ICOM Group on the Wet Organic Archaeological Materials*. Portland, Maine, EE.UU., 1993.
- BERNAL, I. *El mundo Olmeca*. México, D.F., México: Porrúa, 1969.
- BROWNING, B.L. Wood Chemistry. En: BRITT, K. W. (ed.) *Handbook of Pulp and Paper Technology*. Nueva York, EE.UU.: Van Nostrand Reinhold, 1970. pp. 3-12.
- COOK, C. AND D. W. GRATTAN. A Practical Comparative Study of Treatments for Waterlogged Wood: Part III; Pretreatment Solutions for Freeze-Drying. En: *Waterlogged Wood, Study and Conservation, Proceedings of the 2nd ICOM Waterlogged Wood Working Group Conference*. Grenoble, Francia, 1984.
- CURTIS PATIÑO. *Técnicas biológicas selectas de laboratorio y campo*. México, D.F., México: Ed. Limusa. 1986.

- CHAN, J. Y CORREA, C. Informe de los trabajos de conservación efectuados en las esculturas de Manatí, Veracruz. Texto mecanografiado del Archivo Técnico de la Coordinación Nacional de Restauración del Patrimonio Cultural. México: INAH CNCA, 1990.
- DE JONG, J. The deterioration of Waterlogged Wood and its Protection in the Soil. En: VRIES-ZUIDERBAAN L. H. DE (ed.) *Conservation of Waterlogged Wood International Symposium on the Conservation of Large Objects of Waterlogged Wood*. La Haya, Holanda:UNESCO, 1979. pp. 31-40.
- FILLOY NADAL, L. *La conservación de la madera arqueológica en contextos lacustres: la Cuenca de México*. Tesis de Licenciatura, Escuela Nacional de Conservación, Restauración y Museografía "Manuel del Castillo Negrete". México: INAH SEP, 1992.
- FLORIAN, J.L.E. Analysis of Different States of Deterioration of Terrestrial Waterlogged Wood. Conservation, Implications of the Analysis: A Review. En: *ICOM Committee for Conservation Preprints, 6th Triennial Meeting*. Ottawa, Canadá, 1981. pp. 1-8.
- \_\_\_\_\_. *The Conservation of Artifacts Made from Plant Materials*. Marina del Rey, Ca., EE.UU.: The J. Paul Getty Trust, 1990. 331 p.
- FUENTE, B. DE LA. *Escultura monumental Olmeca*. México D.F., México: UNAM, Instituto de Investigaciones Estéticas, 1975.
- GARCÍA, E. *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koeppen*. México, D.F., México: Ed. Larrios, 1981.
- GARCÍA LACURAIN, G. *Liofilización: una alternativa para la conservación de materiales arqueológicos húmedos*. Tesis de Licenciatura. Escuela Nacional de Conservación, Restauración y Museografía "Manuel del Castillo Negrete". México, D.F., México: INAH SEP, 1990.
- GRATTAN, D. W. A Practical Comparative Study of Treatments for Waterlogged Wood, Part II. The Effect of Humidity on Treated Wood. En: GRATTAN, D. W. (ed.). *Proceedings of the ICOM Waterlogged Wood Working Group Conference, ICOM*. Ottawa, Canadá, 1982. (a).
- \_\_\_\_\_. Waterlogged Wood. En: PEARSON, C. (ed.). *Conservation of Marine Archaeological Objects*. Londres, Inglaterra: Butterworths, 1987. pp. 55-67.
- GRATTAN, D.W. AND CLARKE, R.W. A Method for Calculating the Concentration of PEG for Freeze-Drying Waterlogged Wood. En: P. HOFFMANN, P. (ed.). *Proceedings of the 4th ICOM Group on Wet Organic Archaeological Materials Conference*. Bremerhaven, Alemania, 1990. pp. 239-252.
- HARDY, F. *Suelos tropicales: pedología tropical con énfasis en América*. México, D.F., México: Herrera Hermanos, 1970.
- HEDGES, J. The Chemistry of Archaeological Wood. En: ROWELL AND BARBOUR (eds.), *The Archaeological Wood: Properties, Chemistry, and Preservation*. Washington, D.C., EE.UU.: American Chemical Society, 1990.

- HOFFMANN, P. A Waterlogged Medieval River Craft from the Rhine Stabilized in a Two Step Polyethylene Glycol Treatment. En: GRIMSTAD, K. (ed.) *Proceedings of the 9<sup>th</sup> Triennial Meeting of ICOM Committee for Conservation*. Dresden, Alemania, 1990.
- \_\_\_\_\_. Sucrose for Stabilizing Waterlogged Wood. II. Stabilization and the Degree of Degradation. En: HOFFMANN, P. (ed.). *Proceedings of the 5th ICOM Group on Wet Organic Archaeological Materials Conference*. Portland, Maine, EE.UU, 1993.
- HOFFMANN P. AND JONES, M. A. On the Stabilization of Waterlogged Oakwood with PEG Molecular Size Versus Degree of Degradation in Waterlogged Wood. En: *Waterlogged Wood, Study and Conservation, Proceedings of the 2nd ICOM Waterlogged Wood Working Group Conference*. Grenoble, Francia, 1984. pp. 95-115
- \_\_\_\_\_. Short Note on the Conservation Program for the Bremen Cog on Conservation of Waterlogged Wood. En: VRIES-ZUIDERBAAN, L.H. DE, (ed.). *Proceedings of the Symposium International on the Conservation of Large Objects of Waterlogged Wood*. La Haya, Holanda: UNESCO, 1979. pp. 41-44.
- \_\_\_\_\_. Structure and Degradation Process for Waterlogged Archaeological Wood. En: ROWELL R. M. AND BARBOUR, J. (eds.). *Archaeological Wood: Properties, Chemistry and Preservation*. Washington, D.C. EE.UU.: American Chemical Society, 1990. pp. 35-65.
- \_\_\_\_\_. Sucrose for Stabilizing Waterlogged Wood -Some Investigations into Antishrinkage-Efficienci (ASE) and Penetration. En: HOFFMANN, P. (ed.). *Proceedings of the 4th ICOM Group on Wet Organic Archaeological Materials Conference*. Bremerhaven, Alemania, 1990.
- JANE, F. *The structure of wood*. New York, EE.UU.: McGraw Hill Co., 1970.
- JENSEN P, ENSEN P., BOJENSEN-KOEFOED, I.; MEYER, I. AND STRAETKVERN, K. Freeze Drying from Water. En: HOFFMANN, P. (ed.) *Proceedings of the 5th ICOM Group on Wet Organic Archaeological Materials Conference*. Portland, Maine, EE.UU, 1993. pp. 253-286.
- MAINOU CERVANTES, L. *Informe de las investigaciones sobre los dinteles de Tlatelolco y su conservación*. Texto mecanografiado del Archivo Técnico de la Coordinación Nacional de Restauración del Patrimonio Cultural. México, D.F., México: INAH CNCA, 1994.
- MORGOS, A. Conservation of Waterlogged Wood Using Sugars, Bibliography, July 1993. En: HOFFMANN, P. (ed.), *Proceedings of the 5th ICOM Group on Wet Organic Archaeological Materials Conference*. Portland, Maine, EE.UU, 1993.
- MORGOS, A.; GLATTFELDER-McQUIRK, L. AND GONDAR, E. the Cheapest Method for Conservation of Waterlogged Wood: the Use of Unheated Sucrose Solutions. En: GRIMSTAD, K. (ed.). *Proceedings of the 8<sup>th</sup> Triennial Meeting of ICOM Committee for Conservation*. Sydney, Australia, 1987.
- MORGOS, A. AND IMAZU, S. A Conservation Method for Waterlogged Wood Using a Sucrose Mannitol Mixture. En: BRYDGLAND, J. (ed.). *Proceedings of the 10<sup>th</sup> Triennial Meeting of ICOM Committee for Conservation*. Washington, D.C., EE.UU, 1993.

- MORGOS, A.; STRIGAZZY, G. AND PREUSS, H. Microbicides in Sugar Conservation of Waterlogged Archaeological Wooden Finds: the Use of Isothiazolones. En: HOFFMANN, P. (ed.), *Proceedings of the 5th ICOM Group on Wet Organic Archaeological Materials Conference*. Portland, Maine, EE.UU., 1993. pp. 463-484.
- ORTIZ, P. Y RODRÍGUEZ, M. DEL C. Proyecto Manatí 1989 *Arqueología Revista de la Dirección de Arqueología del INAH, Segunda Epoca.*, n. 1, enero-junio 1989.
- \_\_\_\_\_. Los espacios sagrados Olmecas: El Manatí, un caso especial. En: CLARK, JOHN E (coord.) *Los Olmecas en Mesoamérica*. México, D.F., México: El Equilibrista-Turner, 1995.
- SCHNIEWIND, A.P. Physical and Mechanical Properties of Archaeological Wood. En: R. M. ROWELL, R.M. AND BARBOUR, J. (eds.). *The Archaeological Wood: Properties, Chemistry and Preservation*. Washington, D.C., EE.UU.: American Chemical Society, 1990. pp. 87-109.
- \_\_\_\_\_. Consolidation of Dry Archaeological Wood by Impregnation with Thermoplastic Resins. En: ROWELL, R. M., AND BARBOUR, J. (eds.). *Archaeological Wood Properties, Chemistry and Preservation*. Washington, D.C., EE.UU.: American Chemical Society, 1990. pp. 361-371.
- TAPPI Test Methods*. Atlanta, EE.UU.: TAPPI Press, 1994-1995.
- TORRES, L Y CONSTANZA, V. *Tratamientos de madera húmeda: estudio comparativo de dos métodos*. México D.F., México: INAH, Departamento de Prehistoria, 1970.
- R. WERMUTH, J.A. Simple and Integrated Consolidation Systems for Degraded Wood. En: R. M. ROWELL, M. AND BARBOUR, J. (eds.). *The Archaeological Wood: Properties, Chemistry and Preservation*. Washington, D.C., EE.UU.: American Chemical Society, 1990. pp. 327-325.

**Fotógrafos:**

A. Alonso, fotos 4, 9, 10 y 15.

T. Tzompantzi, fotos 11 y 12.

D. Mendoza, fotos 13, 14, 16-19.

Propiedad: Archivo Técnico CNRPC INAH ,  
(años 1990-1999).

BLANCA