

25 MAYO 93
JUNTA DE ANDALUCIA

D/P 809/91

INFORME TECNICO.-

ASUNTO: Deterioro de los materiales arqueológicos sumergidos.
Necesidad de un proceso de desalinización para una correcta conservación.

DECIR

En líneas generales podemos afirmar que el estado de conservación en que podemos hallar los objetos sumergidos es variable, dependiendo no sólo de las condiciones ambientales que lo rodean sino también de las características intrínsecas de cada material. Con respecto a lo primero, el entorno puede estar formado por agua salada o dulce, y la naturaleza sobre la que descansa el objeto podrá ser arenosa, cenagosa, coralina, etc. Por otra parte es fundamental la protección que el entorno pueda brindarle; así, un objeto expuesto a las corrientes y al efecto abrasivo de la arena, sufrirá mucho más desgaste que otro que se encuentre abrigado. Asimismo, los objetos que permanecen totalmente enterrados en arena o barro, tendrán mayores posibilidades de sobrevivir, ya que la total ausencia de oxígeno en el medio en que descansan, retrasará todos los problemas de degradación.

En relación a la composición de cada objeto, las posibilidades de deterioro son generalmente las mismas para cada material. Así la mayoría de los materiales inorgánicos

Isabel la Católica 13

25 MAYO 93
JUNTA DE ANDALUCIA

D/P 809/91

INFORME TECNICO.-

ASUNTO: Deterioro de los materiales arqueológicos sumergidos.
Necesidad de un proceso de desalinización para una correcta conservación.

DECIR

En líneas generales podemos afirmar que el estado de conservación en que podemos hallar los objetos sumergidos es variable, dependiendo no sólo de las condiciones ambientales que lo rodean sino también de las características intrínsecas de cada material. Con respecto a lo primero, el entorno puede estar formado por agua salada o dulce, y la naturaleza sobre la que descansa el objeto podrá ser arenosa, cenagosa, coralina, etc. Por otra parte es fundamental la protección que el entorno pueda brindarle; así, un objeto expuesto a las corrientes y al efecto abrasivo de la arena, sufrirá mucho más desgaste que otro que se encuentre abrigado. Asimismo, los objetos que permanecen totalmente enterrados en arena o barro, tendrán mayores posibilidades de sobrevivir, ya que la total ausencia de oxígeno en el medio en que descansan, retrasará todos los problemas de degradación.

En relación a la composición de cada objeto, las posibilidades de deterioro son generalmente las mismas para cada material. Así la mayoría de los materiales inorgánicos

Isabel la Católica 13

- III -

documentado el hallazgo, pospongamos su extracción hasta contar con los medios adecuados.

Deterioro de los materiales sumergidos

En general, podemos decir que el estado de conservación en que podemos hallar los objetos sumergidos es variable, y depende no sólo de las condiciones ambientales que lo rodean sino también de las características intrínsecas de cada material. Con respecto a lo primero, el entorno puede estar formado por agua salada o dulce, y la "cama" sobre la que el objeto descansa, podrá ser arenosa, cenagosa, coralina, etc. Por otra parte es fundamental la protección que el entorno pueda brindarle; así, un objeto expuesto a las corrientes y al efecto abrasivo de la arena, sufrirá mucho más desgaste que aquel otro que se encuentre al abrigo. Asimismo, los objetos que permanecen totalmente enterrados en arena o barro, tendrán mayores posibilidades de sobrevivir, ya que la total ausencia de oxígeno en el medio en que descansan, retrasará todos los problemas de degradación.

En relación a lo segundo (la composición de cada objeto) las posibilidades de deterioro son generalmente las mismas para cada material. Algunos de ellos, como los metales (en especial los menos nobles) sufren problemas de corrosión galvánica. Para que esto se produzca es necesario que dos metales se hallen en contacto e inmersos en una solución que, como el agua marina, sea capaz de conducir electricidad. En este medio, se produce una pila de corrosión en la cual un metal (el menos noble) asume el papel de ánodo (polo negativo) mientras el otro toma el de cátodo (polo positivo). El metal

- I -

La arqueología submarina ha experimentado en los últimos años un gran desarrollo y expansión en todo el mundo, incluido nuestro país. Esto ha traído aparejados una serie de problemas de conservación y restauración del material que se extrae, cuyas peculiares características hacen que se vea como necesidad urgente la aparición en escena de un nuevo especialista: aquel que se dedique al mantenimiento de las condiciones idóneas hasta que los objetos lleguen al laboratorio de conservación y restauración y sean sometidos a los tratamientos pertinentes.

Esta charla, por lo tanto, no abundará en aquellos tratamientos de laboratorio destinados a "reintegrar" el objeto en un medio ambiente (aire) del que estuvo alejado durante mucho tiempo. Por lo contrario, nos limitaremos a exponer, de manera simple y fácil de llevar a la práctica, todas aquellas operaciones preventivas que deben realizarse en el momento en que la pieza es extraída del lecho submarino, tendientes a evitar los bruscos cambios de ecosistema que son, en la mayoría de los casos, los causantes de los mayores daños. Nos parece fundamental, en todos los casos, que aquellas personas íntimamente relacionadas con la arqueología submarina, entiendan éste problema y tomen las debidas precauciones para superar el crítico paso del objeto desde las profundidades del mar hasta el laboratorio de restauración.

Problemas éticos

Es ya conocida la frase "excavación sin conservación es vandalismo". Muchos de los objetos que podemos encontrar en una excavación subacuática presentan, aparentemente, un excelente estado de conservación. Sin embargo, como ya hemos dicho, se trata de un estado latente e inestable que puede degenerar en una destrucción total e irreversible del objeto si no tratamos de prolongar, durante cierto tiempo y fuera del agua, las condiciones que lo rodearon mientras permaneció inmerso en ella. Por lo tanto, a la hora de decidir o no la extracción de un hallazgo, debemos plantearnos una serie de cuestiones éticas. Si bien algunos pequeños objetos (como los vidrios, cerámica y algunos metales) pueden ser extraídos sin demasiados proble-

25 MAYO 93
JUNTA DE ANDALUCIA

D/P 809/91

INFORME TECNICO.-

ASUNTO: Deterioro de los materiales arqueológicos sumergidos.
Necesidad de un proceso de desalinización para una correcta conservación.

DECIR

En líneas generales podemos afirmar que el estado de conservación en que podemos hallar los objetos sumergidos es variable, dependiendo no sólo de las condiciones ambientales que lo rodean sino también de las características intrínsecas de cada material. Con respecto a lo primero, el entorno puede estar formado por agua salada o dulce, y la naturaleza sobre la que descansa el objeto podrá ser arenosa, cenagosa, coralina, etc. Por otra parte es fundamental la protección que el entorno pueda brindarles; así, un objeto expuesto a las corrientes y al efecto abrasivo de la arena, sufrirá mucho más desgaste que otro que se encuentre abrigado. Asimismo, los objetos que permanecen totalmente enterrados en arena o barro, tendrán mayores posibilidades de sobrevivir, ya que la total ausencia de oxígeno en el medio en que descansan, retrasará todos los problemas de degradación.

En relación a la composición de cada objeto, las posibilidades de deterioro son generalmente las mismas para cada material. Así la mayoría de los materiales inorgánicos

Isabel la Católica 13
11004 - CADIZ

JUNTA DE ANDALUCIA

(cerámica, vidrio, piedra), durante su periodo de inmersión, se saturarán de sales solubles, las cuales si se someten a un secado brusco pueden recrystalizar deteriorando el material que las aloja por un aumento de volumen.

En general podemos decir que todos los materiales alcanzan, durante el tiempo que permanecen sumergidos, un equilibrio con el medio que los rodea. La brusca ruptura de las condiciones de ese medio será lo que produzca los mayores daños. El prevenir en lo posible estas alteraciones y estos pasos repentinos del ecosistema agua al ecosistema atmósfera, será lo fundamental de cara a la correcta conservación de los materiales.

Como hemos dicho anteriormente los materiales cerámicos localizados en el mar, además de poder hallarse recubiertos de organismos marinos que pueden segregar productos ácidos, se encuentran saturados de sales solubles, las cuales, al recrystalizar durante un secado brusco e incontrolado, pueden producir grandes daños, haciendo que salten capas superficiales o bien produciendo microfisuras internas. En este sentido, una preocupación fundamental tras ser extraídos, es la de mantenerlos húmedos, sumergiéndolos en agua dulce en caso de que los materiales no se hayan secado totalmente desde

Isabel la Católica 13
11004 - CADIZ
Teléfonos: 21 23 61 - 22 40 85
22 40 86 - 22 62 11
Fax: 22 57 01

- II -

mas y ser conservados si contamos con una mínima infraestructura capaz de brindarles los "primeros auxilios"; otras piezas de gran tamaño no deben moverse si no contamos con todas las garantías de que podremos conservarlas sin peligro para su integridad. Por lo tanto, la extracción o no de un hallazgo debe estar condicionada a un análisis previo que nos permita clarificar los siguientes puntos:

- en primer lugar asegurarnos que contamos con los medios suficientes para poder almacenar los hallazgos y mantenerlos en buenas condiciones hasta que comience el tratamiento de conservación. Este tiempo de almacenaje puede ser variable, desde unas pocas horas hasta, en algunos casos, meses enteros.

- en segundo lugar, debemos tener concertado de antemano un trato con un laboratorio que esté dispuesto a llevar adelante los tratamientos pertinentes.

- asimismo, nos plantearemos la posibilidad de extraer un solo objeto representativo de cada serie y dejar el resto "in situ". Recordemos que grandes volúmenes de material extraído crean grandes problemas de almacenaje y mantenimiento.

- por otra parte, debemos tener en cuenta que algunos materiales se deterioran con más facilidad que otros. Esto puede servir de gran ayuda a la hora de la selección, y por ende, de la conservación y el mantenimiento. Es conveniente, por lo tanto, contar dentro del equipo con una persona experta en la identificación de materiales, aún cuando estos se hallen cubiertos de concreciones y productos de corrosión.

- debemos contar también, de manera imprescindible, con un especialista a cargo del cual esté todo aquello relacionado con embalaje, mantenimiento y transporte. Será el encargado de tener a punto las soluciones y baños de preservación, manipular los productos químicos y material de embalaje necesarios, así como supervisar el transporte y manipulación de los objetos.

En resumen, una vez sopesadas las ventajas e inconvenientes, si llegamos a la conclusión de que no podemos garantizar adecuadamente el buen mantenimiento de un objeto ya fuera del agua, lo más aconsejable es que, una vez ampliamente do-

- III -

documentado el hallazgo, pospongamos su extracción hasta contar con los medios adecuados.

Deterioro de los materiales sumergidos

En general, podemos decir que el estado de conservación en que podemos hallar los objetos sumergidos es variable, y depende no sólo de las condiciones ambientales que lo rodean sino también de las características intrínsecas de cada material. Con respecto a lo primero, el entorno puede estar formado por agua salada o dulce, y la "cama" sobre la que el objeto descansa, podrá ser arenosa, cenagosa, coralina, etc. Por otra parte es fundamental la protección que el entorno pueda brindarles; así, un objeto expuesto a las corrientes y al efecto abrasivo de la arena, sufrirá mucho más desgaste que aquel otro que se encuentre al abrigo. Asimismo, los objetos que permanecen totalmente enterrados en arena o barro, tendrán mayores posibilidades de sobrevivir, ya que la total ausencia de oxígeno en el medio en que descansan, retrasará todos los problemas de degradación.

En relación a lo segundo (la composición de cada objeto) las posibilidades de deterioro son generalmente las mismas para cada material. Algunos de ellos, como los metales (en especial los menos nobles) sufren problemas de corrosión galvánica. Para que esto se produzca es necesario que dos metales se hallen en contacto e inmersos en una solución que, como el agua marina, sea capaz de conducir electricidad. En este medio, se produce una pila de corrosión en la cual un metal (el menos noble) asume el papel de ánodo (polo negativo) mientras el otro toma el de cátodo (polo positivo). El metal ánodo, por lo tanto, se corroerá con mayor rapidez que si no estuviera en contacto con el cátodo, y este último verá frenada su propia corrosión.

Otros materiales inorgánicos, como cerámica, vidrio, piedra, no participan de este tipo de corrosión. Sin embargo, durante su periodo de inmersión, se saturarán de sales solubles, las cuales, durante un proceso de secado brusco, pueden recrystalizar deteriorando el material que las aloja por



2

(cerámica, vidrio, piedra), durante su periodo de inmersión, se saturarán de sales solubles, las cuales si se someten a un secado brusco pueden recrystalizar deteriorando el material que las aloja por un aumento de volumen.

3

En general podemos decir que todos los materiales alcanzan, durante el tiempo que permanecen sumergidos, un equilibrio con el medio que los rodea. La brusca ruptura de las condiciones de ese medio será lo que produzca los mayores daños. El prevenir en lo posible estas alteraciones y estos pasos repentinos del ecosistema agua al ecosistema atmósfera, será lo fundamental de cara a la correcta conservación de los materiales.

4

Como hemos dicho anteriormente los materiales cerámicos localizados en el mar, además de poder hallarse recubiertos de organismos marinos que pueden segregar productos ácidos, se encuentran saturados de sales solubles, las cuales, al recrystalizar durante un secado brusco e incontrolado, pueden producir grandes daños, haciendo que salten capas superficiales o bien produciendo microfisuras internas. En este sentido, una preocupación fundamental tras ser extraídos, es la de mantenerlos húmedos, sumergiéndolos en agua dulce en caso de que los materiales no se hayan secado totalmente desde

4

En relación a lo segundo (la composición de cada objeto) las posibilidades de deterioro son generalmente las mismas para cada material. Algunos de ellos, como los metales (en especial los menos nobles) sufren problemas de corrosión galvánica. Para que esto se produzca es necesario que dos metales se hallen en contacto e inmersos en una solución que, como ánodo, por lo tanto, se corroerá con mayor rapidez que si no estuviera en contacto con el cátodo, y este último verá frenada su propia corrosión.

2 2

Otros materiales inorgánicos, como cerámica, vidrio, piedra, no participan de este tipo de corrosión. Sin embargo, durante su periodo de inmersión, se saturarán de sales solubles, las cuales, durante un proceso de secado brusco, pueden recrystalizar deteriorando el material que las aloja por

2

3

Los materiales orgánicos, por su parte, pueden sufrir serios ataques de organismos marinos así como alterarse profundamente desde el punto de vista de su propia estructura.

En general, podemos decir que todos los materiales alcanzan, durante su tiempo de inmersión, una especie de delicado equilibrio con el medio que los rodea. La brusca ruptura de las condiciones de ese medio será lo que produzca los mayores daños. El modo de prevenir en lo posible estas alteraciones y estos pasos repentinos del ecosistema agua al ecosistema atmósfera, será lo que explicaremos a continuación, dividiendo para mayor comodidad los materiales en dos grupos

3

- a) Materiales Orgánicos
- b) Materiales Inorgánicos

y refiriéndonos a cada uno de ellos en particular.

4

a) Materiales orgánicos : extracción, primeros auxilios y métodos de mantenimiento.

Podemos definir como orgánico todo aquel material que procede de un ser vivo. Los materiales orgánicos tienen Carbono en alta proporción, lo cual los hace adecuados para pruebas de datación tales como la del C 14. Cualquier material que se destine a este tipo de análisis deberá ser mantenido en agua destilada, libre de fungicidas orgánicos o cualquier otro producto químico que pueda alterar el resultado de la prueba.

Los materiales orgánicos que con mayor frecuencia podemos hallar en excavaciones subacuáticas se dividen básicamente en tres grupos:

Madera y otras sustancias que participan de sus características, tales como corcho y otros tipos de corteza.

Otros productos vegetales, tales como textiles, papel, cartón, cuerda, etc.



4 JUNIO 93
VIERA

INFORME SOBRE LA DESALINIZACION DE PIEZAS CERAMICAS EXTRAIDAS DEL MAR.-

Los objetos cerámicos sumergidos en el mar durante mucho tiempo, tienden a adquirir en su composición molecular un estado de equilibrio casi constante.

Durante el periodo de inmersión las piezas se saturan de sales solubles, éstas, al ser extremadamente móviles se introducen por los poros arrastrando grandes aglomerados de moléculas y facilitando su transporte por el agua.

Una vez extraídos los materiales cerámicos, al exponerlos a un clima del todo diferente, el equilibrio creado se rompe afectando profundamente a la pieza. La variación del medio ambiente provoca en estos materiales cambios de dimensión, debido a la absorción y pérdida de humedad.

Cuando los objetos extraídos del mar secan rápidamente y no se les deja adaptar gradualmente a su nuevo medio, la pérdida brusca de agua provoca una contracción y una fuerte desintegración de la materia cerámica, causando graves daños.



Al ser el secado demasiado rápido, su estructura celular corre el riesgo de destruirse, debilitando el objeto y rompe generalmente la superficie.

Cuando la evaporación prosigue, la sal efloresce secando fuera, formando una masa de agregados microcristalinos que por su fina estructura promueven el flujo de más disoluciones, desde el interior de los poros detrás de la superficie de evaporación. Al aumentar la humedad relativa del aire, si alcanza el valor de la presión de vapor específica de cada cristal, se hidratarán estos cristales provocando un aumento de volumen y por tanto una presión de hidratación en el caso de que su crecimiento se vea impedido. La formación de eflorescencias y de sales hidratadas depende de su presión de vapor y de la temperatura.

La cuantía del daño resultante de esta rítmica contracción y presión en las paredes de los poros está determinada por la presión de hidratación que puede desarrollar una sal en determinadas circunstancias.

Es indispensable que tras ser extraídas del agua salada, y para su correcta conservación, las piezas deban mantenerse húmedas, sumergiéndolas en agua dulce. Esta cerámica debe sumergirse, o bien en agua corriente o cambiándola frecuentemente hasta la eliminación de las sales.



La salinidad irá desapareciendo paulatinamente con los continuos cambios de agua y los depósitos y restos de arena o fango que contenga el objeto se depositarán en el fondo del contenedor, que irá limpiándose en cada lavado hasta que desaparezcan.

Aunque pueden practicarse otras pruebas para determinar la presencia de sales en el agua de lavado, es preferible hacer una determinación de conductividad.

El objeto, una vez lavado en agua corriente, se sumerge en una cantidad conocida de agua destilada si es posible cuya conductividad se habrá medido previamente.

Durante un periodo de 16 a 30 minutos y a intervalos de 2 minutos se practican determinaciones de conductividad. Los resultados obtenidos se anotan y se representan gráficamente.

El procedimiento se repite diariamente, empleando siempre el mismo volumen de agua. Se comparan los gráficos obtenidos y cuando presenta repetidamente la misma pendiente se da por terminado el lavado.



Según el tamaño del objeto, el agua puede cambiarse periódicamente, por ejemplo cada día para un objeto pequeño, cada semana o incluso cada quince días para los objetos mayores, con arreglo a la marcha del lavado determinada mediante pruebas practicadas en muestras de agua del depósito.

A veces, es suficiente determinar la marcha del lavado mediante determinaciones del cloruro en muestras de agua. Dichas pruebas se practican añadiendo unas gotas de solución de nitrato de plata a la muestra del agua previamente acidulada con ácido nítrico.

La presencia de cloruro se determina por la formación de un precipitado blanco floculento o, cuando existe poca sal, de un enturbamiento que puede redisolverse por completo añadiendo unas gotas de amoníaco concentrado.

El depósito de inmersión puede ser vidrio, caucho o materia plástica, pero nunca de hierro o cobre pues estos metales pueden manchar con herrumbre o cardenillo.

El agua puede ser de pozo o del abastecimiento doméstico ordinario siempre que no sea salina ni ferruginosa. En los últimos lavados conviene que sea agua desmineralizada.



Si el agua contenida en el tanque fermenta o produce proliferaciones de algas debe cambiarse inmediatamente y añadir el agua una vez se haya limpiado el depósito.

Los elementos cerámicos correspondientes a los lotes 368 y 369 del inventario de 27 de Septiembre de 1.991 que se encontraban sumergidos en un recipiente metálico en el jardín de la vivienda del Sr. D. Adolfo Bosch, conservaban restos del fango que las cubrían, asimismo el recipiente que las contenía se encontraba lleno de depósitos y restos en su fondo.

Deducimos por tanto de ello que el proceso de desalinización de las piezas se hallaba en una de las primeras fases, y por tanto, estas circunstancias implican que la extracción de las piezas fué realizada poco antes de ser incautadas por la Guardia Civil.

Cádiz, 4 de Junio de 1.993.

LA RESTAURADORA

Fdo. Carmen Machuca Donado.-

Como hemos dicho anteriormente los materiales cerámicos localizados en el mar, además de poder hallarse recubiertos de organismos marinos que pueden segregar productos ácidos, se encuentran saturados de sales solubles, las cuales, al recrystalizar durante un secado brusco e incontrolado, pueden producir grandes daños, haciendo que salten capas superficiales o bien produciendo microfisuras internas. En este sentido, una preocupación fundamental tras ser extraídos, es la de mantenerlos húmedos, sumergiéndolos en agua dulce en caso de que los materiales no se hayan secado totalmente desde que se produjo la extracción hasta que se decide sumergirlos en agua. Si el objeto, por diversas circunstancias se hubiese secado totalmente, es importante no sumergirlo en agua dulce, ya que la presión osmótica que se crea por la diferente concentración salina en el interior de la pieza y el agua dulce, puede hacer que se desprendan capas superficiales como vidriados o engobes. Para el primer baño, (después de su extracción) a realizar, sin dejar pasar varios días, se debe mezclar partes iguales de agua de mar y agua dulce. A continuación durante un periodo de dos semanas, se va reduciendo paulatinamente el porcentaje de agua salada, hasta reemplazarla por agua dulce en su totalidad. Los tratamientos y lavados finales de desalinización se llevarán a efectos con agua desmineralizada.

En consecuencia una premisa necesaria para la correcta conservación de las cerámicas extraídas del mar, es la de sumergirlas inmediatamente después de su extracción, durante un tiempo adecuado hasta eliminar totalmente las sales. Estos

Como hemos dicho anteriormente los materiales cerámicos localizados en el mar, además de poder hallarse recubiertos de organismos marinos que pueden segregar productos ácidos, se encuentran saturados de sales solubles, las cuales, al recrystalizar durante un secado brusco e incontrolado, pueden producir grandes daños, haciendo que salten capas superficiales o bien produciendo microfisuras internas. En este sentido, una preocupación fundamental tras ser extraídos, es la de mantenerlos húmedos, sumergiéndolos en agua dulce en caso de que los materiales no se hayan secado totalmente desde que se produjo la extracción hasta que se decide sumergirlos en agua. Si el objeto, por diversas circunstancias se hubiese secado totalmente, es importante no sumergirlo en agua dulce, ya que la presión osmótica que se crea por la diferente concentración salina en el interior de la pieza y el agua dulce, puede hacer que se desprendan capas superficiales como vidriados o engobes. Para el primer baño, (después de su extracción) a realizar, sin dejar pasar varios días, se debe mezclar partes iguales de agua de mar y agua dulce. A continuación durante un periodo de dos semanas, se va reduciendo paulatinamente el porcentaje de agua salada, hasta reemplazarla por agua dulce en su totalidad. Los tratamientos y lavados finales de desalinización se llevarán a efectos con agua desmineralizada.

En consecuencia una premisa necesaria para la correcta conservación de las cerámicas extraídas del mar, es la de sumergirlas inmediatamente después de su extracción, durante un tiempo adecuado hasta eliminar totalmente las sales. Estos

b) Materiales inorgánicos : extracción, primeros auxilios y métodos de mantenimiento.

Piedra y cerámica

Se trata de materiales relativamente inertes, sin embargo, pueden hallarse cubiertos de incrustaciones de organismos marinos, algunos de los cuales segregarán productos ácidos capaces de atacar materiales calcáreos como algún tipo de piedras. Como ya hemos dicho, estos materiales, además, se saturan de sales solubles durante su periodo de inmersión, las cuales, al recrystalizar durante un secado brusco e incontrolado, pueden producir grandes daños, haciendo que salten capas superficiales o bien produciendo microfisuras internas. Por lo tanto, una de las preocupaciones fundamentales una vez extraídos, será la de mantenerlos húmedos.

Una vez extraídos, pueden ser lavados con agua dulce y cepillos suaves, teniendo especial cuidado con los bordes de fractura, ya que su desgaste puede afectar a la posterior unión de los fragmentos. Las incrustaciones marinas se eliminarán mientras los objetos estén húmedos, bien mediante medios mecánicos o químicos. Tratándose de operaciones delicadas que pueden dañar al objeto tanto en superficie (caso de las limpiezas mecánicas) como en su estructura interna (caso de las limpiezas ácidas que pueden destruir elementos propios de la pieza), conviene dejar esta tarea reservada al especialista y enviar la pieza al laboratorio con todas sus concreciones. Hasta tanto, deberán mantenerse totalmente inmersas en agua, ya sea dulce o de mar (4).

Vidrio

Su estado de conservación dependerá de su propia estructura. La liberación o desprendimiento de algunos elementos de la masa vítrea pueden hacer que mientras permanezca húmedo el objeto mantenga sus características de transparencia, mientras que las pierde, opacificando, al secar.

Se lavará en agua dulce con la adición

Los materiales orgánicos que con mayor frecuencia podemos hallar en excavaciones subacuáticas se dividen básicamente en tres grupos:

Madera y otras sustancias que participan de sus características, tales como corcho y otros tipos de corteza.

Otros productos vegetales, tales como textiles, papel, cartón, cuerda, etc.

Los materiales orgánicos, por su parte, pueden sufrir serios ataques de organismos marinos así como alterarse profundamente desde el punto de vista de su propia estructura.

En general, podemos decir que todos los materiales alcanzan, durante su tiempo de inmersión, una especie de delicado equilibrio con el medio que los rodea. La brusca ruptura de las condiciones de ese medio será lo que produzca los mayores daños. El modo de prevenir en lo posible estas alteraciones y estos pasos repentinos del ecosistema agua al ecosistema atmósfera, será lo que explicaremos a continuación, dividiendo para mayor comodidad los materiales en dos grupos

a) Materiales Orgánicos

b) Materiales Inorgánicos

y refiriéndonos a cada uno de ellos en particular.

a) Materiales orgánicos : extracción, primeros auxilios y métodos de mantenimiento.

Podemos definir como orgánico todo aquel material que procede de un ser vivo. Los materiales orgánicos tienen Carbono en alta proporción, lo cual los hace adecuados para pruebas de datación tales como la del C 14. Cualquier material que se destine a este tipo de análisis deberá ser mantenido en agua destilada, libre de fungicidas orgánicos o cualquier otro producto químico que pueda alterar el resultado de la prueba.

Los materiales orgánicos que con mayor frecuencia podemos hallar en excavaciones subacuáticas se dividen básicamente en tres grupos:

Madera y otras sustancias que participan de sus características, tales como corcho y otros tipos de corteza.

4 Como hemos dicho anteriormente los materiales cerámicos localizados en el mar, además de poder hallarse recubiertos de organismos marinos que pueden segregar productos ácidos, se encuentran saturados de sales solubles, las cuales, al recrystalizar durante un secado brusco e incontrolado, pueden producir grandes daños, haciendo que salten capas superficiales o bien produciendo microfisuras internas. En este sentido, una preocupación fundamental tras ser extraídos, es la de mantenerlos húmedos, sumergiéndolos en agua dulce en caso de que los materiales no se hayan secado totalmente desde que se produjo la extracción hasta que se decide sumergirlos en agua. Si el objeto, por diversas circunstancias se hubiese secado totalmente, es importante no sumergirlo en agua dulce, ya que la presión osmótica que se crea por la diferente concentración salina en el interior de la pieza y el agua dulce, puede hacer que se desprendan capas superficiales como vidriados o engobes. Para el primer baño, (después de su extracción), a realizar, sin dejar pasar varios días, se debe mezclar partes iguales de agua de mar y agua dulce. A continuación durante un periodo de dos semanas, se va reduciendo paulatinamente el porcentaje de agua salada, hasta reemplazarla por agua dulce en su totalidad. Los tratamientos y lavados finales de desalinización se llevarán a efectos con agua desmineralizada.

5 En consecuencia una premisa necesaria para la correcta conservación de las cerámicas extraídas del mar, es la de sumergirlas inmediatamente después de su extracción, durante un tiempo adecuado hasta eliminar totalmente las sales. Estos

4 Como hemos dicho anteriormente los materiales cerámicos localizados en el mar, además de poder hallarse recubiertos de organismos marinos que pueden segregar productos ácidos, se encuentran saturados de sales solubles, las cuales, al recrystalizar durante un secado brusco e incontrolado, pueden producir grandes daños, haciendo que salten capas superficiales o bien produciendo microfisuras internas. En este sentido, una preocupación fundamental tras ser extraídos, es la de mantenerlos húmedos, sumergiéndolos en agua dulce en caso de que los materiales no se hayan secado totalmente desde que se produjo la extracción hasta que se decide sumergirlos en agua. Si el objeto, por diversas circunstancias se hubiese secado totalmente, es importante no sumergirlo en agua dulce, ya que la presión osmótica que se crea por la diferente concentración salina en el interior de la pieza y el agua dulce, puede hacer que se desprendan capas superficiales como vidriados o engobes. Para el primer baño, (después de su extracción), a realizar, sin dejar pasar varios días, se debe mezclar partes iguales de agua de mar y agua dulce. A continuación durante un periodo de dos semanas, se va reduciendo paulatinamente el porcentaje de agua salada, hasta reemplazarla por agua dulce en su totalidad. Los tratamientos y lavados finales de desalinización se llevarán a efectos con agua desmineralizada.

5 En consecuencia una premisa necesaria para la correcta conservación de las cerámicas extraídas del mar, es la de sumergirlas inmediatamente después de su extracción, durante un tiempo adecuado hasta eliminar totalmente las sales. Estos

Otros productos vegetales, tales como textiles, papel, cartón, cuerda, etc.

Productos animales como hueso, marfil, cuerno, asta, lana, cuero, concha, textiles, etc.

4 Madera:

En medio marino la madera es atacada por organismos que la taladran, así como por ciertas bacterias y hongos, salvo en ausencia de oxígeno. La presencia de sales de Cobre también preserva a la madera de estos ataques, ya que los productos de corrosión de este metal resultan tóxicos para muchos microorganismos. En el momento en que un objeto de madera es extraído del mar, puede presentar, aparentemente, un aspecto sano; sin embargo, una cuidadosa observación nos revelará una estructura blanda y a menudo esponjosa. Por lo general, esto se debe a la destrucción de los componentes celulósicos, los cuales forman la armadura básica de la madera. Esto lleva a que, en el caso de que el objeto se seque tengan lugar importantes contracciones y deformaciones, fenómenos que pueden empezar a manifestarse a los pocos minutos de exposición al aire. Por lo tanto, es fundamental mantener húmeda la madera extraída de las excavaciones subacuáticas.

5 Pequeños objetos de madera

En primer lugar, podemos proceder a un lavado en agua dulce con la adición de un detergente neutro (1), los restos del cual serán posteriormente eliminados totalmente mediante sucesivos baños en agua limpia. Posteriormente, cada pieza puede introducirse por separado en pequeñas bolsas de polietileno perforadas y con el nº de hallazgo claramente visible. Estas bolsas se colocarán a continuación en recipientes mayores, de plástico o algún metal no oxidable que tengan tapadera de ajuste hermético a fin de evitar la evaporación del agua de la solución de mantenimiento que contengan.

En el caso de que se trate de un periodo de almacenamiento de pocas horas, esta solución podrá estar compuesta simplemente de agua de mar. En caso contrario se recomienda una so-

lución al 2% de ácido bórico - bórax (2) en agua dulce (es decir, 14 gr de ácido bórico y 6 gr de bórax por litro de agua. Es preferible mezclar los dos productos químicos en seco entre sí antes de diluirllos en el agua).

4 Grandes objetos de madera

Una vez tomada la decisión de extraerlos debemos tener en cuenta la problemática que plantean sus dimensiones a la hora de almacenarlos. Por otra parte, las grandes piezas, fuera del agua, son incapaces, en muchos casos, de soportar su propio peso, ya que las hemos quitado del elemento que hasta ese momento las sustentaba: el agua. Por lo tanto las precauciones deberán ser tomadas desde el mismo momento de la extracción y las operaciones de embalaje y reforzamiento comenzarán bajo el agua.

5 En primer lugar, conviene envolver totalmente el objeto en algún material muelle que evite la degradación por abrasión de su superficie. Las planchas de goma espuma pueden ser muy útiles a tal efecto. El segundo paso consistirá en procurar a la pieza un soporte rígido de tamaño adecuado sobre el cual descansa su peso de manera equilibrada. Es preciso evitar, para la confección de estos soportes, materiales que se pudran o deformen, teniendo en cuenta también que no conviene aumentar excesivamente el peso del conjunto. A pesar de que en algunos casos no tendremos más opción que recurrir a tableros de madera, las planchas de poliuretano o poliestireno pueden ser ventajosos sustitutos. Llegado el caso, la relativa fragilidad de estos dos últimos materiales puede reforzarse mediante la adición por la parte posterior de un entramado de barras de aluminio.

Una vez instalado sobre este soporte, el objeto podrá ser izado a la superficie y extraído del agua.

El paso siguiente consistirá en saturar el material amortiguador (goma espuma) con la solución de mantenimiento ya especificada para pequeños objetos de madera. Finalmente, para evitar la evaporación y el consiguiente secado del objeto, se envolverá todo el conjunto en una capa de polietileno flexible, adaptándolo bien a toda la superficie del

Como hemos dicho anteriormente los materiales cerámicos localizados en el mar, además de poder hallarse recubiertos de organismos marinos que pueden segregar productos ácidos, se encuentran saturados de sales solubles, las cuales, al recrystalizar durante un secado brusco e incontrolado, pueden producir grandes daños, haciendo que salten capas superficiales o bien produciendo microfisuras internas. En este sentido, una preocupación fundamental tras ser extraídos, es la de mantenerlos húmedos, sumergiéndolos en agua dulce en caso de que los materiales no se hayan secado totalmente desde

que se produjo la extracción hasta que se decide sumergirlos en agua. Si el objeto, por diversas circunstancias se hubiese secado totalmente, es importante no sumergirlo en agua dulce, ya que la presión osmótica que se crea por la diferente concentración salina en el interior de la pieza y el agua dulce, puede hacer que se desprendan capas superficiales como vidriados o engobes. Para el primer baño, (después de su extracción) a realizar, sin dejar pasar varios días, se debe mezclar partes iguales de agua de mar y agua dulce. A continuación durante un periodo de dos semanas, se va reduciendo paulatinamente el porcentaje de agua salada, hasta reemplazarla por agua dulce en su totalidad. Los tratamientos y lavados finales de desalinización se llevarán a efectos con agua desmineralizada.

En consecuencia una premisa necesaria para la correcta conservación de las cerámicas extraídas del mar, es la de sumergirlas inmediatamente después de su extracción, durante un tiempo adecuado hasta eliminar totalmente las sales. Estos

conjunto y se acabará con otra capa de polietileno más fuerte, la cual se sellará de la mejor manera posible a fin de que el objeto se mantenga húmedo en una cámara estanca.

Este método es sólo válido para embalajes temporales. Para largos periodos de almacenaje, las piezas deberán permanecer totalmente sumergidas en tanques de materiales y tamaño adecuados que contengan la solución de mantenimiento ya expresada, la cual debe cubrir al objeto de madera en su totalidad. Si éste tiene tendencia a flotar, se lo lastrará convenientemente a fin de que permanezca sumergido.

Estos recipientes se taparán herméticamente a fin de prevenir la evaporación del agua y la caída de polvo u otras materias extrañas en el baño. Como precaución conviene marcar en las paredes interiores del tanque, el nivel que alcanzaba la solución de mantenimiento en el momento de introducir el objeto; cualquier posible evaporación podrá ser así subsanada. Las tapaderas deben ser opacas a fin de evitar los efectos perjudiciales de la luz.

Otros materiales de origen vegetal

No es frecuente que materiales tales como los textiles, cartón, cuerda, papel, etc, lleguen en buen estado de conservación hasta nosotros, salvo que hayan permanecido rodeados de condiciones muy especiales. Generalmente, al ser extraídos, se deterioran de modo muy rápido, por lo cual su manipulación debe reducirse al mínimo indispensable. No pueden almacenarse durante largos periodos de tiempo y se debe comenzar inmediatamente con sus tratamientos de conservación y restauración.

Debido a su fragilidad, se debe proceder en primer lugar a obtener una buena documentación de estos objetos "in situ", antes de ejercer sobre ellos ningún tipo de manipulación. A la hora de su levantamiento, es aconsejable introducirlos en bandejas o recipientes de plástico fuertes,

Como hemos dicho anteriormente los materiales cerámicos localizados en el mar, además de poder hallarse recubiertos de organismos marinos que pueden segregar productos ácidos, se encuentran saturados de sales solubles, las cuales, al recrystalizar durante un secado brusco e incontrolado, pueden producir grandes daños, haciendo que salten capas superficiales o bien produciendo microfisuras internas. En este sentido, una preocupación fundamental tras ser extraídos, es la de mantenerlos húmedos, sumergiéndolos en agua dulce en caso de que los materiales no se hayan secado totalmente desde

que se produjo la extracción hasta que se decide sumergirlos en agua. Si el objeto, por diversas circunstancias se hubiese secado totalmente, es importante no sumergirlo en agua dulce, ya que la presión osmótica que se crea por la diferente concentración salina en el interior de la pieza y el agua dulce, puede hacer que se desprendan capas superficiales como vidriados o engobes. Para el primer baño, (después de su extracción) a realizar, sin dejar pasar varios días, se debe mezclar partes iguales de agua de mar y agua dulce. A continuación durante un periodo de dos semanas, se va reduciendo paulatinamente el porcentaje de agua salada, hasta reemplazarla por agua dulce en su totalidad. Los tratamientos y lavados finales de desalinización se llevarán a efectos con agua desmineralizada.

En consecuencia una premisa necesaria para la correcta conservación de las cerámicas extraídas del mar, es la de sumergirlas inmediatamente después de su extracción, durante un tiempo adecuado hasta eliminar totalmente las sales. Estos

colocando en el fondo de éstos un lecho de arena sobre el que descansará el objeto; en algunos casos, conviene también cubrirlo de arena totalmente. El recipiente se subirá a la superficie lleno de agua de mar, la cual será inmediatamente reemplazada por una solución de agua dulce sobresaturada de cristales de timol (3). Todo el conjunto deberá ser sellado dentro de una bolsa de polietileno y preservado totalmente de la luz. Su transporte al laboratorio, insistimos, deberá llevarse a cabo con la mayor urgencia.

Productos de origen animal

Cuero

A menudo se puede hallar en buen estado, conservando incluso parte de su flexibilidad. Sin embargo, durante un secado incontrolado, se volverá quebradizo y encogerá.

Si se encuentra en condiciones de gran fragilidad, se adoptarán las precauciones reseñadas para derivados vegetales. Se almacenará de la misma forma y, si fuese necesario, podrá ser lavado previamente con agua pura y la adición de un detergente neutro.

Hueso, marfil, cuerno, concha, etc

A pesar de proceder del reino animal, son materiales compuestos en gran proporción por sustancias inorgánicas tales como el carbonato de Calcio. Poseen una estructura rígida y porosa que se satura de sales durante su inmersión en agua marina, las cuales, si cristalizan durante el secado, pueden producir grandes daños. Por otra parte, problemas de contracción y fisuramiento, así como las posibles alteraciones estructurales, deben tenerse en cuenta a la hora de su extracción.

Si fuera necesario, pueden lavarse en agua dulce antes de su almacenamiento. Este se hará sumergiendo totalmente las piezas en soluciones sobresaturadas de cristales de timol y adoptando todas las precauciones ya reseñadas a fin de evitar evaporación, roturas, etc.

Como hemos dicho anteriormente los materiales cerámicos localizados en el mar, además de poder hallarse recubiertos de organismos marinos que pueden segregar productos ácidos, se encuentran saturados de sales solubles, las cuales, al recrystalizar durante un secado brusco e incontrolado, pueden producir grandes daños, haciendo que salten capas superficiales o bien produciendo microfisuras internas. En este sentido, una preocupación fundamental tras ser extraídos, es la de mantenerlos húmedos, sumergiéndolos en agua dulce en caso de que los materiales no se hayan secado totalmente desde que se produjo la extracción hasta que se decide sumergirlos en agua. Si el objeto, por diversas circunstancias se hubiese secado totalmente, es importante no sumergirlo en agua dulce, ya que la presión osmótica que se crea por la diferente concentración salina en el interior de la pieza y el agua dulce, puede hacer que se desprendan capas superficiales como vidriados o engobes. Para el primer baño, (después de su extracción) a realizar, sin dejar pasar varios días, se debe mezclar partes iguales de agua de mar y agua dulce. A continuación durante un periodo de dos semanas, se va reduciendo paulatinamente el porcentaje de agua salada, hasta reemplazarla por agua dulce en su totalidad. Los tratamientos y lavados finales de desalinización se llevarán a efectos con agua desmineralizada.

En consecuencia una premisa necesaria para la correcta conservación de las cerámicas extraídas del mar, es la de sumergirlas inmediatamente después de su extracción, durante un tiempo adecuado hasta eliminar totalmente las sales. Estos

Los vidrios pueden lavarse en agua dulce con la adición de un detergente no iónico. Se mantendrán inmersos en agua dulce (salada si no fuera posible conseguir la primera) hasta su llegada al laboratorio de restauración.

Metales

Plomo y peltre

El plomo sobrevive relativamente bien en medio marino. Sin embargo, debido a su poca dureza, los objetos pueden hallarse muy deformados. Dependiendo de la ductilidad que el material conserve y teniendo en cuenta los problemas de criterios, estos defectos podrán ser o no subsanados.

El peltre también suele hallarse en buen estado de conservación aunque puede presentar erupciones superficiales, en forma de pequeñas ampollas que en ningún caso deben ser removidas (5).

Luego de un lavado en agua pura y en lo posible hervida, estos metales deben secarse perfectamente (6).

Durante su almacenaje deben evitarse los recipientes de cartón o madera, ya que el plomo y el peltre son fácilmente atacables por ácidos orgánicos que emanan algunos tipos de pintura, adhesivos o plásticos, así como algunas maderas (especialmente el roble) y cartones. Por lo tanto, deben envolverse en papel libre de emanaciones ácidas y en envases de poliestireno. (7)

Los secados pueden llevarse a cabo en estufa (a temperaturas relativamente bajas) o con la ayuda de algún producto desecante como el gel de sílice. Si estos procesos no pueden llevarse a cabo en el sitio de la excavación, deberán mantenerse inmersos en agua de mar hasta su traslado al laboratorio (8).

Hierro y concreciones

Las concreciones y productos de corrosión que se forman sobre los objetos de hierro durante su inmersión, no son estables cuando se exponen a la atmósfera. En este medio, comienzan a formarse nuevos productos cuyas consecuencias son la aparición de fisuras en superficie, escamaciones y ampollas. Este proceso puede tener lugar en pocos

Como hemos dicho anteriormente los materiales cerámicos localizados en el mar, además de poder hallarse recubiertos de organismos marinos que pueden segregar productos ácidos, se encuentran saturados de sales solubles, las cuales, al recrystalizar durante un secado brusco e incontrolado, pueden producir grandes daños, haciendo que salten capas superficiales o bien produciendo microfisuras internas. En este sentido, una preocupación fundamental tras ser extraídos, es la de mantenerlos húmedos, sumergiéndolos en agua dulce en caso de que los materiales no se hayan secado totalmente desde que se produjo la extracción hasta que se decide sumergirlos en agua. Si el objeto, por diversas circunstancias se hubiese secado totalmente, es importante no sumergirlo en agua dulce, ya que la presión osmótica que se crea por la diferente concentración salina en el interior de la pieza y el agua dulce, puede hacer que se desprendan capas superficiales como vidriados o engobes. Para el primer baño, (después de su extracción) a realizar, sin dejar pasar varios días, se debe mezclar partes iguales de agua de mar y agua dulce. A continuación durante un periodo de dos semanas, se va reduciendo paulatinamente el porcentaje de agua salada, hasta reemplazarla por agua dulce en su totalidad. Los tratamientos y lavados finales de desalinización se llevarán a efectos con agua desmineralizada.

En consecuencia una premisa necesaria para la correcta conservación de las cerámicas extraídas del mar, es la de sumergirlas inmediatamente después de su extracción, durante un tiempo adecuado hasta eliminar totalmente las sales. Estos

NOTAS

- (1) Estos productos actúan como agentes tensoactivos, es decir, disminuyen la tensión superficial del agua, permitiendo un mejor lavado, ya que tienden a convertir el barro, normalmente en estado de gel coloidal, en una solución coloidal que cesa de adherirse al objeto. Normalmente se usan marcas como Teepol o Lissapol. En caso de que no conviniera el uso de un producto de este tipo, podremos añadir alcohol al agua de lavado, con lo cual obtendremos también una disminución de la tensión superficial de la misma.
- (2) Tetraborato de Sodio. Debe evitarse su contacto con la piel así como su inhalación.
- (3) Deberán manipularse con precaución debido a su toxicidad.
- (4) Es importante, sobre todo si el objeto se ha secado totalmente, no sumergirlo en agua dulce. La presión osmótica que se crea por la diferente concentración salina entre el interior de la pieza y el agua dulce, puede hacer que se desprendan capas superficiales tales como vidriados o engobes frágiles. Para el primer baño se recomienda mezclar partes iguales de agua de mar y agua dulce. A continuación durante un periodo de dos semanas, se va reduciendo paulatinamente el porcentaje de agua salada, hasta reemplazarla por agua dulce en su totalidad. Los lavados finales y los tratamientos de desalación se llevarán a cabo con agua desmineralizada.
- (5) el peltre es una aleación de Plomo y Estaño y a veces Antimonio.
- (6) Se recomienda el agua desmineralizada recién hervida para el tratamiento de Plomo, ya que de esta manera se elimina en lo posible el CO₂ el cual ataca a este metal formando un bicarbonato.

En consecuencia una premisa necesaria para la correcta conservación de las cerámicas extraídas del mar, es la de sumergirlas inmediatamente después de su extracción, durante un tiempo adecuado hasta eliminar totalmente las sales. Estos procesos tienen que ser necesariamente efectuados por especialistas, ya que el desconocimiento de las características físicas de los materiales y las condiciones de extracción pueden producir a pesar de sumergir inmediatamente los objetos, la destrucción paulatina de los mismos.

Por lo tanto el hecho de que nos encontremos materiales arqueológicos sumergidos en agua nos indica con toda seguridad que han sido extraídos recientemente del fondo marino.

Cádiz, 25 de Mayo de 1.993.

EL ARQUEÓLOGO

LA RESTAURADORA

Fdo. Angel Muñoz Vicente.-

Fdo. Carmen Machuca Donado.-

Transporte

Recordemos finalmente que cada objeto, en su embalaje individual o colectivo, deberá ir acondicionado de tal forma que se eviten en todo momento los roces, choques entre los mismos objetos o las paredes del recipiente, etc. Para tal fin podemos rellenar los posibles huecos existentes dentro del recipiente de almacenamiento con trozos de goma espuma.

Todas estas precauciones, desde la extracción hasta su envío al laboratorio de restauración van encaminadas principalmente a que el objeto recuperado no sufra más deterioro a partir del momento en que cayó en nuestras manos que aquel que sufrió durante su tiempo de inmersión bajo el agua; por lo tanto, para lograr este fin, todos los cuidados que pongamos en la tarea estarán plenamente justificados.

La imagen de recorte de Adobe Photoshop CIn es demacrado n

Como hemos dicho anteriormente los materiales cerámicos localizados en el mar, además de poder hallarse recubiertos de organismos marinos que pueden segregar productos ácidos, se encuentran saturados de sales solubles, las cuales, al recrystalizar durante un secado brusco e incontrolado, pueden producir grandes daños, haciendo que salten capas superficiales o bien produciendo microfisuras internas. En este sentido, una preocupación fundamental tras ser extraídos, es la de mantenerlos húmedos, sumergiéndolos en agua dulce en caso de que los materiales no se hayan secado totalmente desde que se produjo la extracción hasta que se decide sumergirlos en agua. Si el objeto, por diversas circunstancias se hubiese secado totalmente, es importante no sumergirlo en agua dulce, ya que la presión osmótica que se crea por la diferente concentración salina en el interior de la pieza y el agua dulce, puede hacer que se desprendan capas superficiales como vidriados o engobes. Para el primer baño, después de su extracción, a realizar, sin dejar pasar varios días, se debe mezclar partes iguales de agua de mar y agua dulce. A continuación durante un periodo de dos semanas, se va reduciendo paulatinamente el porcentaje de agua salada, hasta reemplazarla por agua dulce en su totalidad. Los tratamientos y lavados finales de desalinización se llevarán a efectos con agua desmineralizada.

En consecuencia una premisa necesaria para la correcta conservación de las cerámicas extraídas del mar, es la de sumergirlas inmediatamente después de su extracción, durante un tiempo adecuado hasta eliminar totalmente las sales. Estos

días, por lo cual se aconseja mantener las piezas sumergidas en soluciones inhibitoras.

Si los objetos se nos presentan totalmente cubiertos de concreciones marinas, se aconseja no removerlas ya que ayudan a retrasar reacciones de corrosión secundarias.

La solución de mantenimiento indicada para objetos de hierro y concreciones se compone de 5% de carbonato de Sodio en agua de mar o dulce (es decir, 50 gr del producto por litro de agua) o bien de 2% de hidróxido de Sodio en agua de mar o dulce (20 gr del producto indicado por litro de agua). (9)

Las concreciones amorfas que suelen encontrarse a menudo en yacimientos arqueológicos submarinos, deben ser almacenadas de la misma manera y, en lo posible, examinadas con rayos X.

Se tendrá en cuenta, para los objetos de hierro y las concreciones, todo lo antedicho en cuanto a hermetismo de los envases, preservación del polvo y la luz, etc.

Con respecto a los grandes objetos de hierro, tales como anclas, cañones, etc, deberán envolverse, una vez extraídos, en materiales empapados de la solución inhibitora (bolsas de arpillera, planchas de goma espuma, etc) y proceder como con los grandes objetos de madera, teniendo en cuenta que se trata de una solución temporal.

Cobre, bronce y latón

En medio marino, el Cobre y sus aleaciones forman gran variedad de productos de corrosión, sin embargo, es frecuente encontrar objetos en buen estado de conservación. No obstante, este estado puede alterarse rápidamente al ser el objeto expuesto al aire, dando lugar a una desestabilización que generalmente se traduce en la aparición de focos de cloruro de cobre, de un verde característico y de acción degradante muy activa.

Se aconseja como medida preventiva general no remover las concreciones superficiales, especialmente en los casos en que se sospeche que el objeto tiene en superficie un ba-

Por lo tanto el hecho de que nos encontremos materiales arqueológicos sumergidos en agua nos indica con toda seguridad que han sido extraídos recientemente del fondo marino.

Cádiz, 25 de Mayo de 1.993.

EL ARQUEÓLOGO

LA RESTAURADORA

Fdo. Angel Muñoz Vicente.-

Fdo. Carmen Machuca Donado.-

4 Como hemos dicho anteriormente los materiales cerámicos localizados en el mar, además de poder hallarse recubiertos de organismos marinos que pueden segregar productos ácidos, se encuentran saturados de sales solubles, las cuales, al recrystalizar durante un secado brusco e incontrolado, pueden producir grandes daños, haciendo que salten capas superficiales o bien produciendo microfisuras internas. En este sentido, una preocupación fundamental tras ser extraídos, es la de mantenerlos húmedos, sumergiéndolos en agua dulce en caso de que los materiales no se hayan secado totalmente desde que se produjo la extracción hasta que se decide sumergirlos en agua. Si el objeto, por diversas circunstancias se hubiese secado totalmente, es importante no sumergirlo en agua dulce, ya que la presión osmótica que se crea por la diferente concentración salina en el interior de la pieza y el agua dulce, puede hacer que se desprendan capas superficiales como vidriados o engobes. Para el primer baño, (después de su extracción) a realizar, sin dejar pasar varios días, se debe mezclar partes iguales de agua de mar y agua dulce. A continuación durante un periodo de dos semanas, se va reduciendo paulatinamente el porcentaje de agua salada, hasta reemplazarla por agua dulce en su totalidad. Los tratamientos y lavados finales de desalinización se llevarán a efectos con agua desmineralizada.

5 En consecuencia una premisa necesaria para la correcta conservación de las cerámicas extraídas del mar, es la de sumergirlas inmediatamente después de su extracción, durante un tiempo adecuado hasta eliminar totalmente las sales. Estos

4 Como hemos dicho anteriormente los materiales cerámicos localizados en el mar, además de poder hallarse recubiertos de organismos marinos que pueden segregar productos ácidos, se encuentran saturados de sales solubles, las cuales, al recrystalizar durante un secado brusco e incontrolado, pueden producir grandes daños, haciendo que salten capas superficiales o bien produciendo microfisuras internas. En este sentido, una preocupación fundamental tras ser extraídos, es la de mantenerlos húmedos, sumergiéndolos en agua dulce en caso de que los materiales no se hayan secado totalmente desde que se produjo la extracción hasta que se decide sumergirlos en agua. Si el objeto, por diversas circunstancias se hubiese secado totalmente, es importante no sumergirlo en agua dulce, ya que la presión osmótica que se crea por la diferente concentración salina en el interior de la pieza y el agua dulce, puede hacer que se desprendan capas superficiales como vidriados o engobes. Para el primer baño, (después de su extracción) a realizar, sin dejar pasar varios días, se debe mezclar partes iguales de agua de mar y agua dulce. A continuación durante un periodo de dos semanas, se va reduciendo paulatinamente el porcentaje de agua salada, hasta reemplazarla por agua dulce en su totalidad. Los tratamientos y lavados finales de desalinización se llevarán a efectos con agua desmineralizada.

5 En consecuencia una premisa necesaria para la correcta conservación de las cerámicas extraídas del mar, es la de sumergirlas inmediatamente después de su extracción, durante un tiempo adecuado hasta eliminar totalmente las sales. Estos

ño de otro metal, como por ejemplo plata.

4 Para periodos cortos de almacenaje, bastará con mantener el objeto inmerso en agua dulce, o bien de mar si no se dispusiera de la primera. Sin embargo, para tiempos de mantenimiento más largos, deberá prepararse una solución de Benzotriazol al 1% en agua destilada (10).

Para objetos de gran tamaño, se procederá como ya se ha indicado, utilizando esta vez la solución correspondiente. Luego de permanecer algunas semanas en esta solución, se puede intentar un secado de los objetos; sin embargo, si se notara la aparición de nuevos focos de cloruros, deberán ser devueltos inmediatamente al baño de preservación. Los objetos ya secos deberán ser mantenidos en recipientes herméticos que contengan un producto desecante como el gel de sílice.

Oro

El oro puro, sin ningún tipo de aleación, no sufre alteraciones y se encuentra en excelente estado de conservación. Sin embargo, en aleación con cobre, presentará productos de corrosión propios de este metal.

5 En general, los objetos de oro podrán ser lavados en agua dulce y sometidos a un buen secado. En caso de que los productos de corrosión del cobre sean muy inestables, se procederá según se ha indicado cuando se habló de ese metal.

Plata

Se puede hallar formando objetos enteros o bien como baño sobre algún otro metal, lo cual incidirá directamente en su estado de conservación y en las diferentes concreciones y productos de corrosión que podamos hallar en su superficie.

Puede lavarse en agua dulce y secada, manteniéndola en una atmósfera de baja HR. En caso de que se hallara como baño sobre otro metal, nos abstendremos totalmente de remover las concreciones y procederemos según el metal de base de que se trate.

Estaño

Estaño

4 No es frecuente encontrar objetos compuestos totalmente por este metal, ya que como la plata, suele hallarse en forma de baño sobre otros metales, principalmente hierro, no sólo como efecto decorativo, sino como protección de ese metal contra la corrosión.

Los objetos de estaño pueden lavarse cuidadosamente en agua dulce y almacenarse totalmente secos. En caso de que se hallen sobre otro metal, en forma de baño, se adoptarán las precauciones indicadas para ese metal de base.

Objetos compuestos

Es frecuente hallarse con objetos compuestos de dos o más materiales, lo cual, a la hora de la conservación, crean una serie de problemas especiales. Si hay presencia de materiales orgánicos como hueso o madera, mantendremos el objeto sumergido en las soluciones adecuadas para esos materiales. En todos los casos, sin embargo, procuraremos que el objeto pase a manos de un especialista en el menor tiempo posible.

Recomendaciones generales

5 Para todos los objetos hallados en excavaciones subacuáticas, conviene observar una serie de normas que facilitarán las tareas de extracción y, posteriormente, aquellas otras de conservación y restauración que tendrán lugar en el laboratorio :

- Por razones de practicidad a la hora de almacenarlos en las soluciones de mantenimiento, conviene, siempre que se pueda, extraer los objetos en grupos según el material de que se trate. Es decir, las cerámicas por una parte, los metales por otra, etc.
- Procuraremos contar con la mayor cantidad de productos necesarios en reserva y poder conseguir algún otro que no hubiéramos previsto sin tardanza y fácilmente.
- Algunos de los productos químicos que se emplean en las soluciones de mantenimiento son caústicos o tóxicos. Por lo tanto es necesario que una sola persona

4 Como hemos dicho anteriormente los materiales cerámicos localizados en el mar, además de poder hallarse recubiertos de organismos marinos que pueden segregar productos ácidos, se encuentran saturados de sales solubles, las cuales, al recrystalizar durante un secado brusco e incontrolado, pueden producir grandes daños, haciendo que salten capas superficiales o bien produciendo microfisuras internas. En este sentido, una preocupación fundamental tras ser extraídos, es la de mantenerlos húmedos, sumergiéndolos en agua dulce en caso de que los materiales no se hayan secado totalmente desde que se produjo la extracción hasta que se decide sumergirlos en agua. Si el objeto, por diversas circunstancias se hubiese secado totalmente, es importante no sumergirlo en agua dulce, ya que la presión osmótica que se crea por la diferente concentración salina en el interior de la pieza y el agua dulce, puede hacer que se desprendan capas superficiales como vidriados o engobes. Para el primer baño, después de su extracción, a realizar, sin dejar pasar varios días, se debe mezclar partes iguales de agua de mar y agua dulce. A continuación durante un periodo de dos semanas, se va reduciendo paulatinamente el porcentaje de agua salada, hasta reemplazarla por agua dulce en su totalidad. Los tratamientos y lavados finales de desalinización se llevarán a efectos con agua desmineralizada.

5 En consecuencia una premisa necesaria para la correcta conservación de las cerámicas extraídas del mar, es la de sumergirlas inmediatamente después de su extracción, durante un tiempo adecuado hasta eliminar totalmente las sales. Estos

4 Como hemos dicho anteriormente los materiales cerámicos localizados en el mar, además de poder hallarse recubiertos de organismos marinos que pueden segregar productos ácidos, se encuentran saturados de sales solubles, las cuales, al recrystalizar durante un secado brusco e incontrolado, pueden producir grandes daños, haciendo que salten capas superficiales o bien produciendo microfisuras internas. En este sentido, una preocupación fundamental tras ser extraídos, es la de mantenerlos húmedos, sumergiéndolos en agua dulce en caso de que los materiales no se hayan secado totalmente desde que se produjo la extracción hasta que se decide sumergirlos en agua. Si el objeto, por diversas circunstancias se hubiese secado totalmente, es importante no sumergirlo en agua dulce, ya que la presión osmótica que se crea por la diferente concentración salina en el interior de la pieza y el agua dulce, puede hacer que se desprendan capas superficiales como vidriados o engobes. Para el primer baño, después de su extracción, a realizar, sin dejar pasar varios días, se debe mezclar partes iguales de agua de mar y agua dulce. A continuación durante un periodo de dos semanas, se va reduciendo paulatinamente el porcentaje de agua salada, hasta reemplazarla por agua dulce en su totalidad. Los tratamientos y lavados finales de desalinización se llevarán a efectos con agua desmineralizada.

5 En consecuencia una premisa necesaria para la correcta conservación de las cerámicas extraídas del mar, es la de sumergirlas inmediatamente después de su extracción, durante un tiempo adecuado hasta eliminar totalmente las sales. Estos

se encargue de su manejo, control y preparación de las soluciones.

- Deberemos especificar con todo detalle aquellos tratamientos de preservación aplicados al objeto. Esta descripción será remitida con la pieza al laboratorio donde se llevarán a cabo los tratamientos de restauración.
- Deberán asimismo registrarse todas aquellas circunstancias especiales que rodeen el hallazgo y que se considere puedan contribuir al éxito del posterior tratamiento.
- Los tanques de almacenamiento prolongado deberán tener colocado, en lugar visible, el nº de registro del hallazgo, el material del que se trata, el tipo de solución que contiene el depósito y la fecha en que se almacena el objeto.
- Si por algún motivo, tal como la necesidad de proce-

der a su dibujo o fotografía, debe extraerse un objeto de su baño de mantenimiento, se tratará de que no pierda humedad durante su tiempo de exposición al aire. Esto puede conseguirse mediante la continua y regular vaporización de agua.

- En caso de que no sea estrictamente necesario, nos abstendremos de remover las concreciones marinas y los productos de corrosión de la superficie del objeto.
- Deberemos disponer de un mínimo equipamiento entre el que se cuenta:
 - un amplio surtido de brocas, pinceles y cepillos de distintas durezas.
 - bisturries de hojas intercambiables y surtido de las mismas.
 - pinzas y tijeras.
 - probetas graduadas para medición de líquidos.
 - balanza.
 - cubos y cubetas de plástico.
 - rótulos y rotuladores resistentes al agua.

- recipientes herméticos.
- cajas de poliestireno con tapadera.
- cinta adhesiva para sellar juntas.
- un gran tanque (por lo menos) para almacenar grandes objetos.
- planchas rígidas de poliuretano expandido o poliestireno, o en su defecto el material para poder fabricarlas. (1)
- planchas de goma espuma de diferentes grosores.
- polietileno de diferentes grosores. Para algunos casos son especialmente recomendados los tubos.
- papel tissue libre de ácidos.
- bolsas de papel y polietileno.
- mantas de algodón o arpillera.
- Benzotriazol.
- Bórax (tetraborato de Sodio)
- ácido bórico.
- desmineralizador de agua.

NOTAS

- (1) Estos productos actúan como agentes tensoactivos, es decir, disminuyen la tensión superficial del agua, permitiendo un mejor lavado, ya que tienden a convertir el barro, normalmente en estado de gel coloidal, en una solución coloidal que cesa de adherirse al objeto. Normalmente se usan marcas como Teepol o Lissapol. En caso de que no conviniera el uso de un producto de este tipo, podremos añadir alcohol al agua de lavado, con lo cual obtendremos también una disminución de la tensión superficial de la misma.
- (2) Tetraborato de Sodio. Debe evitarse su contacto con la piel así como su inhalación.
- (3) Deberán manipularse con precaución debido a su toxicidad.
- (4) Es importante, sobre todo si el objeto se ha secado totalmente, no sumergirlo en agua dulce. La presión osmótica que se crea por la diferente concentración

4 Como hemos dicho anteriormente los materiales cerámicos localizados en el mar, además de poder hallarse recubiertos de organismos marinos que pueden segregar productos ácidos, se encuentran saturados de sales solubles, las cuales, al 4 recristalizar durante un secado brusco e incontrolado, pueden producir grandes daños, haciendo que salten capas superficiales o bien produciendo microfisuras internas. En este sentido, una preocupación fundamental tras ser extraídos, es la de mantenerlos húmedos, sumergiéndolos en agua dulce en caso de que los materiales no se hayan secado totalmente desde que se produjo la extracción hasta que se decide sumergirlos en agua. Si el objeto, por diversas circunstancias se hubiese secado totalmente, es importante no sumergirlo en agua dulce, ya que la presión osmótica que se crea por la diferente concentración salina en el interior de la pieza y el agua dulce, puede hacer que se desprendan capas superficiales como vidriados o engobes. Para el primer baño, (después de su extracción) a realizar, sin dejar pasar varios días, se debe 5 mezclar partes iguales de agua de mar y agua dulce. A continuación durante un periodo de dos semanas, se va reduciendo paulatinamente el porcentaje de agua salada, hasta reemplazarla por agua dulce en su totalidad. Los tratamientos y lavados finales de desalinización se llevarán a efectos con agua desmineralizada.

En consecuencia una premisa necesaria para la correcta conservación de las cerámicas extraídas del mar, es la de sumergirlas inmediatamente después de su extracción, durante un tiempo adecuado hasta eliminar totalmente las sales. Estos

salina entre el interior de la pieza y el agua dulce, puede hacer que se desprendan capas superficiales tales como vidriados o engobes frágiles. Para el primer baño se recomienda mezclar partes iguales de agua de mar y agua dulce. A continuación durante un periodo de dos semanas, se va reduciendo paulatinamente el porcentaje de agua salada, hasta reemplazarla por agua dulce en su totalidad. Los lavados finales y los tratamientos de desalación de llevarán a cabo con agua desmineralizada.

(5) el peltre es una aleación de Plomo y Estaño y a veces Antimonio.

(6) Se recomienda el agua desmineralizada recién hervida para el tratamiento de Plomo, ya que de esta manera se elimina en lo posible el CO₂ el cual ataca a este metal formando un bicarbonato.

(7) Entre los adhesivos que deben evitarse en este tipo

-gel de sílice con indicador.

-carbonato de Sodio.

-Hidróxido de Sodio.

-detergente no iónico.

-cristales de timol.

-guantes protectores de caucho.

-alcohol.

-acetona.

- En caso de duda sobre la naturaleza del material que compone un objeto, deberemos mantenerlo siempre inmerso en agua de mar y proceder rápidamente a la identificación del mismo.

Transporte

Recordemos finalmente que cada objeto, en su embalaje individual o colectivo, deberá ir acondicionado de tal forma que se eviten en todo momento los roces, choques entre los mismos objetos o las paredes del recipiente, etc. Para tal fin podemos rellenar los posibles huecos exis-

4 Como hemos dicho anteriormente los materiales cerámicos localizados en el mar, además de poder hallarse recubiertos de organismos marinos que pueden segregar productos ácidos, se encuentran saturados de sales solubles, las cuales, al 4 recristalizar durante un secado brusco e incontrolado, pueden producir grandes daños, haciendo que salten capas superficiales o bien produciendo microfisuras internas. En este sentido, una preocupación fundamental tras ser extraídos, es la de mantenerlos húmedos, sumergiéndolos en agua dulce en caso de que los materiales no se hayan secado totalmente desde que se produjo la extracción hasta que se decide sumergirlos en agua. Si el objeto, por diversas circunstancias se hubiese 5 secado totalmente, es importante no sumergirlo en agua dulce, ya que la presión osmótica que se crea por la diferente concentración salina en el interior de la pieza y el agua dulce, puede hacer que se desprendan capas superficiales como vidriados o engobes. Para el primer baño, (después de su extracción) a realizar, sin dejar pasar varios días, se debe 5 mezclar partes iguales de agua de mar y agua dulce. A continuación durante un periodo de dos semanas, se va reduciendo paulatinamente el porcentaje de agua salada, hasta reemplazarla por agua dulce en su totalidad. Los tratamientos y lavados finales de desalinización se llevarán a efectos con agua desmineralizada.

En consecuencia una premisa necesaria para la correcta conservación de las cerámicas extraídas del mar, es la de sumergirlas inmediatamente después de su extracción, durante un tiempo adecuado hasta eliminar totalmente las sales. Estos procesos tienen que ser necesariamente efectuados por especialistas, ya que el desconocimiento de las características físicas de los materiales y las condiciones de extracción pueden producir a pesar de sumergir inmediatamente los objetos, la destrucción paulatina de los mismos.

Por lo tanto el hecho de que nos encontremos materiales arqueológicos sumergidos en agua nos indica con toda seguridad que han sido extraídos recientemente del fondo marino.

Cádiz, 25 de Mayo de 1.993.

EL ARQUEÓLOGO

LA RESTAURADORA


Fdo. Ángel Muñoz Vicente.-


Fdo. Carmen Machuca Donado.-

tentes dentro del recipiente de almacenamiento con trozos de goma espuma.

4 Todas estas precauciones, desde la extracción hasta su envío al laboratorio de restauración van encaminadas principalmente a que el objeto recuperado no sufra más deterioro a partir del momento en que cayó en nuestras manos que aquel que sufrió durante su tiempo de inmersión bajo el agua; por lo tanto, para lograr este fin, todos los cuidados que pongamos en la tarea estarán plenamente justificados.

25 MAYO 93
JUNTA DE ANDALUCIA

d/p 809/41

INFORME TECNICO.-

ASUNTO: Deterioro de los materiales arqueológicos sumergidos.
Necesidad de un proceso de desalinización para una correcta conservación.

DECIR

En líneas generales podemos afirmar que el estado de conservación en que podemos hallar los objetos sumergidos es variable, dependiendo no sólo de las condiciones ambientales que lo rodean sino también de las características intrínsecas de cada material. Con respecto a lo primero, el entorno puede estar formado por agua salada o dulce, y la naturaleza sobre la que descansa el objeto podrá ser arenosa, cenagosa, coralina, etc. Por otra parte es fundamental la protección que el entorno pueda brindarle: así, un objeto expuesto a las corrientes y al efecto abrasivo de la arena, sufrirá mucho más desgaste que otro que se encuentre abrigado. Asimismo, los objetos que permanecen totalmente enterrados en arena o barro, tendrán mayores posibilidades de sobrevivir, ya que la total ausencia de oxígeno en el medio en que descansan, retrasará todos los problemas de degradación.

En relación a la composición de cada objeto, las posibilidades de deterioro son generalmente las mismas para cada material. Así la mayoría de los materiales inorgánicos

Isabel la Católica 13
11004 - CADIZ
Teléfono: 21 23 61 - 22 40 85
22 40 86 - 22 62 11
Fax: 22 67 01

I Curso de Arqueología
Subacuática. U.A.M.

RESTAURACION Y
ARQUEOLOGIA SUBMARINA.

Raúl AMITRANO BRUNO.

Escuela de Conservación y
Restauración de Bienes
Culturales. Madrid.

museu de
ceràmica

Barcelona, 13-5-94

Palau Reial de Pedralbes,
Diagonal, 696. 08034 Barcelona
Tels. 280 16 21 - 280 34 21
Fax 205 45 18

Muy Sr. mío:

Adjunto le envío el informe técnico
del restaurador del Museo; Sr. Josep Vidal

Muy atentamente:

Trinidad Sanchez-Pacheco
Trinidad Sanchez-Pacheco
Directora

Ajuntament de Barcelona

Ajuntament de Barcelona

Museu de

INFORME TECNICO SOBRE LA "DESALINIZACION"
DE
MATERIALES CERAMICOS

Realizado a petición del: Sr. Adolfo Bosch Leria

Los materiales de carácter inorgánico como la cerámica son más resistentes a las condiciones extremas. No obstante deberemos adoptar ciertas medidas ambientales y climatológicas si queremos conservar en perfectas condiciones dichos objetos.

Las medidas más importantes a tener en cuenta para su conservación son el control de la humedad relativa y la temperatura ambiental.

Cuando los objetos se encuentran situados en un ambiente estable durante un largo período de tiempo, se puede decir que han alcanzado su microclima idóneo, lo cual favorece la conservación de los mismos.

Si por diversos motivos estas condiciones ambientales, se rompen bruscamente el objeto pierde su equilibrio con el medio, lo que provoca en los materiales y sobre todo en los higroscópicos, como es el caso de la cerámica, un cambio en su estructura molecular y variación de volumen, debido a la propiedad de absorber y evaporar la humedad relativa que tiene el material. Cuando la evaporación del agua prosigue, las sales afloran desde el interior del material hacia el exterior del mismo, formándose en su superficie unos cristales microcristalinos, produciéndose a su vez contracciones en los objetos.

Estas circunstancias son la causa de una serie de desperfectos en los materiales cerámicos tales como levantamientos de engobes y barnices, grietas, fisuras, craqueladuras, pérdidas de material etc.

La presencia de cloruros (sales) en las cerámicas, es signo evidente de la desestabilización de este microclima. Por regla general el objeto ha sido expuesto a un elevado tanto por ciento de humedad relativa o incluso ha llegado a saturarse de agua, como en el supuesto de las cerámicas que han sido halladas en yacimientos arqueológicos de procedencia terrestre o bien marina.

Pero la formación de sales no se debe en principio al cambio brusco del medio, sino que es a partir de este, cuando el objeto empieza a evaporar agua parcial o totalmente, ya que los cloruros y oxidaciones empiezan a formarse en los materiales cuando éstos entran en contacto con el aire de la atmósfera (oxígeno del aire) y la temperatura del ambiente.

Como ya se ha dicho anteriormente estos cristales producen una serie de daños en los materiales cerámicos. No obstante, la agresión ocasionada por las sales será proporcional a la cantidad de estas, (a mayor cantidad de ellas mayores serán los desperfectos ocasionados).

Es por este motivo que se recomienda actuar lo antes posible, iniciando el proceso de "desalinización" de la pieza.

Existe otra posibilidad al respecto. Se trata de los objetos que por diversas circunstancias llegan al laboratorio parcialmente deshidratados, e incluso totalmente secos.

Cuando un objeto cerámico se ha secado totalmente pero se mantiene en un ambiente estable o dentro de unos parámetros razonables (40-60% H.R. y 15-17° C.), éste queda estabilizado y las sales también, no aumentando la cantidad de éstas. No obstante esto no quiere decir que el objeto se encuentre en óptimas condiciones de conservación, sino todo lo contrario, ya que un material en estas condiciones es muy delicado y quebradizo, lo cual supone un riesgo sobre todo si se ha de manipular con frecuencia.

Lo más aconsejable es tratarlo lo antes posible. De no poder realizar una intervención inmediata, lo mejor para el objeto será no moverlo ni manipularlo, de lo contrario podría sufrir desprendimientos e incluso llegar a su total desintegración.

PROCESOS DE "DESALINIZACION"

En primer lugar se examinará el objeto para determinar cual es su estado físico. Una vez examinado se adoptará el tratamiento a seguir. En ocasiones y debido a la fragilidad de los materiales, se hace imprescindible primero consolidar los objetos antes de ser bañados para la eliminación de las sales solubles (cloruros). Antes del baño hay que tener en cuenta en qué condiciones nos llega la pieza, ya que se puede tratar de piezas completamente secas o bien húmedas (recién extraídas de un yacimiento o en período de "desalación").

Los pasos a seguir serán los mismos en ambos casos, pero con una salvedad para las piezas que estén totalmente deshidratadas.

En este supuesto hay que destacar dos grupos, los que proceden de tierra y los del mar. Los primeros pueden ser bañados directamente en agua dulce (destilada). Aunque se puede utilizar agua corriente al principio del tratamiento, lo más aconsejable será emplear el agua desmineralizada o mejor aún la destilada, ya que el agua corriente contiene impurezas y carbonatos.

Las piezas procedentes de excavaciones marinas se las debe bañar primero en agua de su propio medio (agua salada). No se las debe ni puede sumergir directamente en agua dulce ya que la presión osmótica creada por la concentración salina en el interior del material, en contraste con el agua dulce puede producir en los objetos así tratados grandes desperfectos y daños irreparables. Por este motivo es aconsejable realizar el primer baño con agua salada, y en los consecutivos ir sustituyendo de manera progresiva el agua salada por la dulce. La duración de estos baños será de 20 a 25 días.

Transcurridos éstos, el agua que se utilizará será solamente la destilada.

Hay que tener en cuenta que las piezas procedentes de yacimientos marinos son, por regla general, las que deben de prolongar durante mayor tiempo los baños de "desalinización", llegando a alcanzar su tratamiento hasta los tres o cuatro meses.

Este proceso continuará en función del volumen de sales que el objeto posea. En última instancia lo que dictaminará definitivamente la duración de los baños, serán los análisis que se realizaran periódicamente cada semana.

Los métodos utilizados para la comprobación de la existencia de cloruros, son diversos. Los hay de tipo físico y químico.

Entre los métodos físicos tenemos el que mide la conductividad del agua. Para ello se utiliza un conductímetro. Otro proceso mide la resistencia del agua, esta magnitud se mide con un ohmímetro. Tanto en uno como en otro sistema deberá completarse su lectura con la confección de una gráfica a lo largo de todo el proceso o tratamiento. Podremos decir que el tratamiento ha finalizado cuando la gráfica nos indique una curva descendente y estabilizada en el caso del conductímetro. Esta lectura final nos indicará la poca conductividad del agua, debido precisamente a la falta de sales en el medio acuoso.

Por el contrario las lecturas del ohmímetro nos darán una gráfica con la máxima resistencia que ofrece el agua al paso de la corriente, indicándonos que el agua del baño ya no contiene sales conductoras de la electricidad.

El método químico empleado para la eliminación de los cloruros es el siguiente:

En primer lugar y a modo de prueba, cogeremos una muestra de agua destilada en un tubo de ensayo a la cual añadiremos unas gotas de ácido nítrico para eliminar los posibles carbonatos.

Después se tapará y mezclará, acto seguido le añadiremos una solución al 1% de nitrato de plata con agua destilada, mezclando de nuevo ambas soluciones. Al cabo de unos instantes, si existen cloruros en la muestra se producirá una precipitación visible en forma de copos blancos. (La reacción que hace el nitrato de plata en presencia de los cloruros, forma el cloruro de plata de color blanquecino). Esta primera medición o lectura se anotará en un papel milimetrado formándose una gráfica. Después de iniciado el tratamiento se irá comprobando periódicamente, durante el tiempo que dure el baño, hasta llegar a averiguar si los cloruros han desaparecido. Cuando la gráfica se estabilice indicará la ausencia de cloruros en el agua.

CONCLUSIONES FINALES

Para finalizar diremos que todos los objetos cerámicos que se encuentren afectados por los cloruros (sales) serán tratados a base de baños de agua destilada para eliminar dichas sales. Para determinar que tratamiento será el más adecuado a cada pieza deberemos tener en cuenta los siguientes puntos:

A Estado físico del material

- a.1. estable, compacto > baño directo
- a.2. inestable, quebradizo > consolidación antes del baño

B Consolidación

C Baño

c.1. Piezas procedentes de tierra

- c.1.1. secas baño directo agua destilada
- c.1.2. húmedas

c.2. Piezas procedentes del mar

- c.2.1. Secas > 1º baño agua salada, baños posteriores
- agua salada + agua destilada
a partir del tiempo fijado agua destilada

- c.2.2 Húmedas > 1º baño 50% agua salada-destilada
progresivamente los posteriores baños
agua destilada

D Duración de los tratamientos

- d.1. Por termino medio semanas o meses
- d.2. Según cantidad de sales en las piezas
- d.3. Según tamaño y grosor de las piezas
- d.4. Condicionados a las lecturas de las gráficas

E Medición y comprobación de cloruros

e.1 Método físico

- e.1.1. Lectura por conductividad del agua > Conductímetro
- e.1.2. Lectura por resistencia del agua > Omímetro

e.2 Método químico

- e.2.1 Por reacción del nitrato de plata > copos blancos

Todo este proceso es válido para la "desalinización" de objetos cerámicos, pero no lo será para determinar con certeza el tiempo que llevan dichas piezas fuera de su contexto. La cantidad de sales acumulada en los objetos no es proporcional al tiempo transcurrido desde su extracción hasta la llegada al laboratorio para su posterior tratamiento. Solamente nos indicará que el ambiente era excesivamente húmedo y variable en temperatura. Lo aconsejable es tratar el objeto lo antes posible, para evitar graves deterioros.

De todo ello se deduce:

A- Existe la posibilidad que los materiales cerámicos puedan ser "desalinizados" después de mucho tiempo de haber sido extraídos del mar o de la tierra, aunque ello pueda suponer un alto riesgo para las piezas que se encuentren en estas condiciones.

B- El tiempo de "desalinización" varía según el estado de cada una de las piezas a tratar, llegando en algunos casos a los dos, tres o incluso cuatro meses de tratamiento.

Las piezas procedentes del mar por regla general acumularán más cloruros que las procedentes de tierra. Esto obligará a prolongar más tiempo el tratamiento de la "desalación", siendo beneficioso para el proceso de restauración de la pieza una realización o tratamiento sin prisas ni precipitaciones.

C- Imposibilidad de demostrar, sin un previo análisis físico y químico, el tiempo transcurrido desde la extracción de la pieza hasta el comienzo del proceso de restauración.

La dirección

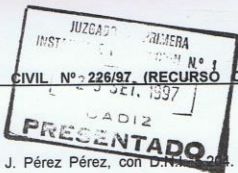
Trinidad Sánchez Pacheco

Dña. Trinidad Sánchez Pacheco

El restaurador

José Vidal Maynou

José Vidal Maynou



Reunidos los peritos D^a Carmen J. Pérez Pérez, con D.N.I. 28.361.351 (Profesora visitante de Arqueología de la Universidad de Cádiz), D. José Antonio Ruiz Gil, con D.N.I. 31.326.678 (Profesor Visitante de Prehistoria de la Universidad de Cádiz), a las 13.15 h., y D. Diego Ruiz Mata, con D.N.I. 28.361.351 (Catedrático de Prehistoria de la Universidad de Cádiz), a partir de las 13.40 h., del 9 de setiembre de 1997, a propuesta del Ilmo. Sr. Magistrado Juez del Juzgado nº 4 de lo Civil, Sección C de Cádiz, practican la prueba pericial del material arqueológico que a continuación se relaciona:

-LOTE 369-

-1 fuente. Corresponde a un ataífor fragmentado, de pasta roja depurada y superficie cubierta de vidrio de plomo.

-1 tapadera de vidrio melado con decoración de líneas de torno por el exterior. Encaja con el cuenco que se describe a continuación.

-1 cuenco en vidrio melado con decoración de líneas de torno por el exterior. Encaja con la tapadera anterior.

-1 cuenco decorado con motivos incisos por el exterior de pares de líneas en zig zag y pares de comillas rellenando los espacios triangulares, bajo cubierta bícroma vidriada en verde y melado. Impronta de ruedecilla en el tercio exterior. Encaja con una tapadera del lote 368.

-1 fragmento de borde de cuenco decorado con motivos incisos por el exterior de pares de líneas oblicuas y serie de líneas entre ellas, bajo cubierta bícroma vidriada en verde y melado.

-1 fondo de pie de cuenco; bizcocho amarillo depurado.

-LOTE 368-

-1 morillo medieval. Corresponde a un anafe de pasta roja refractaria. Roto y resquebrajado.

-1 jarra monoasada a la que le falta parte del cuello y todo el borde. Forma globular achatada por las juntas de fábrica. Posee un par de líneas incisas en la junta del cuerpo y al cuello. Cubierta de vidrio melado.

-29 cuencos con pie indicado. La forma corresponde a platos del tipo conocido como "bacin". Los pies son anulares y, en alguna ocasión, ofrecen orificios para colgarlos. El bizcocho es de color claro, amarillento. Por el interior se decoran con una engalga blanca que sirve de fondo a una cubierta de plomo, coloreada en varios casos con óxidos de hierro y cobre.

En un caso se vislumbra al interior del plato un diseño en zig zag y de red distribuido desde el borde al fondo del plato. En otros casos puede tratarse de motivos de "sebqa" o de epigrafía islámica. El mal estado de conservación impide una mayor precisión. Decoración de ruedecilla y el uso de moldes en el exterior del cuerpo, debido posiblemente al uso de moldes para su ejecución.

Hay que destacar que el estado de conservación es desigual, y en la mayoría de los casos todos los cuencos están mal conservados, con pérdida de vidrio y reacciones químicas que producen coloraciones oscuras y negras. Abundan los restos de hierro sobre bizcocho. Algunos platos se encuentran cuarteados y otros afectados por formaciones cristalinas de cloruro sódico.

En este lote se encuentra la tapadera bícroma en verde y melado con sendas incisiones paralelas con relleno de comas que encaja con el cuenco mencionado en el lote 368.

-2 jarras pitorro rotas, de fondos convexos, una de ellas decorada con goterones de óxido de manganeso.

-1 jarra monoasada, decorada con pintura de óxido de manganeso y disposición digital y goteada sobre el cuello.

-1 fragmento de plato que ha perdido toda la decoración, pero debió estar cubierto de engobe rojo. Se clasifica como turdetano.

-LOTE 367-

-Escultura de mármol con figura humana incompleta sobre animal indeterminado. Superficie muy desgastada, de modo que su definición es muy dificultosa. Mal estado de conservación.

Se realizó, además, una inspección visual sobre el resto de la colección, en particular sobre piezas similares a las lotes citados 367-369.

-ESTIMACION DEL PERITAJE-

-Respecto al valor de las piezas halladas en teórico proceso desalinizador, los peritos informan que no han visto pieza alguna sumergida, ni detalles en las mismas que indiquen que hayan sido sometidas a desalinización. En este sentido, los peritos firmantes consideran que la agrupación de piezas en los lotes 368 y 369 debe ser valorada en conjunto, y por tanto a la baja, puesto que el criterio de tasación aplicado a los citados lotes no sería comprensible de otra forma, pues la repetición de elementos resta el valor a la originalidad.

-En cuanto a si las piezas sometidas a desalinización se encuentran sobrevaloradas en relación a las restantes, los peritos informan no haber visto otra diferencia en las piezas que los envases en las que se conservan. Por tanto, los peritos no encuentran motivos objetivos derivados de la presunta desalinización para diferenciar los lotes 368 y 369 del resto de la colección.

-Sobre la existencia de elementos objetivos que aseguren la procedencia del material arqueológico indicada en el informe de los arqueólogos de la Delegación Provincial de Cultura, los peritos consideran que científicamente no es posible concretar la procedencia, a no ser que el presunto lugar sea excavado y los hallazgos confirmen la existencia de objetos similares. Y aún así, cabría la duda razonable, pues la similitud de los materiales no necesariamente debe interpretarse como de la misma procedencia espacial.

-En cuanto a si del hecho de hallarse las piezas en baño de agua dulce se desprende "sin lugar a dudas" la inmediatez de la extracción del mar, los peritos informan que los lotes 368 y 369 se han analizado en seco, en las dependencias del Museo de Cádiz, sin utilización de medios físico-químicos. Por tanto, bajo ningún concepto los peritos pueden entrar en apreciar si ambos lotes han estado inmersos en agua dulce. Puede darse, además, la circunstancia que las piezas se hayan recogido mucho tiempo antes de sumergirlas en agua dulce. Lo cual ofrece una duda razonable, y no una prueba irrevocable de que al hallarse en agua dulce el material cerámico se haya recogido muy poco tiempo antes. Entre la extracción de cerámicas -lo que ocurre en numerosos trabajos arqueológicos- y su limpieza en agua dulce puede transcurrir en numerosas ocasiones mucho tiempo.

-El estado de conservación en el momento del reconocimiento es deficiente, requiriendo la colección una intervención urgente de restauración.

-La envoltura plástica de los lotes 367 y 368 diferencia a estas piezas del resto de la colección. No consideramos que sea éste el procedimiento correcto, y más bien parece que se trata de un procedimiento especial de almacenaje. Lo verdaderamente importante desde el punto de vista de conservación-restauración no es el envoltorio de las piezas, sino la ausencia de tratamiento conservador desde el 24 de junio de 1992. En algún caso, esta ausencia de tratamiento puede concluir con la pérdida irreparable de parte de la colección, como los peritos han advertido, aconsejando una rápida intervención.

Y para que así conste a los efectos oportunos, a las 15.30 h del día 9 de setiembre de 1997 los peritos firmantes abandonan las instalaciones del Museo de Cádiz, habiendo finalizado su tarea, extrayendo las conclusiones que se han explicado.

Fdo. Carmen J. Pérez Pérez

Fdo. Diego Ruiz Mata

Fdo. Jose A. Ruiz Gil

Asunto: Exp. 445/94

Sr. Jefe del Servicio de Asuntos
Jurídicos.
Consejería de Cultura
c/San José, nº 13
41.071 SEVILLA

-7-
2271

Detectado cierto error en mi escrito de fecha 13-2-95, sobre alegaciones al recurso ordinario interpuesto por D. Adolfo Bosch Lería contra la Resolución de la Dirección General de Bienes Culturales de fecha 31-10-94, por la que se ordena el archivo de la denuncia sobre presunta negligencia en la Conservación del Teatro Romano de Cádiz, redacto el presente escrito con la intención de realizar la siguiente rectificación:

En las páginas nºs. 10 y 11, en la alegación cuarta, al aludir a cierto informe en el que se describía un proceso de desalinización de piezas arqueológicas, afirmaba que dicho informe no formaba parte del expediente CA-1/93-BC. Sin embargo, al parecer se adjuntó a otro informe elaborado por la Lcda. Begoña San Miguel Losada requerido por el Servicio de Asuntos Jurídicos de la Secretaría General Técnica que lo precisaba para elaborar la Propuesta de Resolución del Recurso de Alzada de cierto incidente procesal de dicho expediente (la adopción del depósito cautelar de las piezas arqueológicas incautadas).

Dicho informe describe de modo genérico un proceso de desalinización sin hacer referencia alguna a las piezas arqueológicas que estaban en poder del recurrente.

Por el contrario el informe redactado por la restauradora, D. Carmen Machuca, con fecha 4 de junio de 1993, titulado "Informe sobre la desalinización de piezas cerámicas extraídas del mar", a requerimiento del instructor del expediente, alude concretamente a ciertos lotes de las piezas intervenidas y a extraer conclusiones específicas que relacionan el estado en que se hallaban cuando fueron intervenidas y la época de extracción.

Este último informe de fecha 4 de junio de 1993, firmado únicamente por la restauradora, Dña. Carmen Machuca, y no el firmado con fecha anterior por la citada restauradora y el que suscribe, es el que sirve de argumento parcial de la Propuesta de Resolución y de la Resolución del Consejero por la que se le impone al Sr. Bosch Lería una multa de 17.500.000 pts.

Por otra parte, he de manifestarle que mi relación con las excavaciones en el Teatro Romano de Cádiz ha sido únicamente la de colaboración, no siendo en ningún momento director de ninguna de las intervenciones realizadas. Así, desde 1980 hasta 1987, el Director de las excavaciones arqueológicas fue D. Ramón Corzo Sánchez; posteriormente el 18-12-89 el Consejero de Cultura declaró obras de emergencia en el Teatro Romano de Cádiz bajo la dirección del arqueólogo D. Lorenzo Perdigones Moreno y del arquitecto D. José Mª. Pérez Alberich, obras que se ejecutaron durante los meses de Junio a Septiembre de 1990; mas tarde en 1990 se realizó el proyecto denominado "Trabajos Previos en el Teatro Romano de Cádiz", bajo la dirección única del arquitecto D. José Luis Suárez Cantero, trabajos que se desarrollaron desde octubre de 1990 hasta el 15 de marzo de 1991; por último desde finales de 1991 hasta comienzos de 1994 se realizaron los trabajos de restauración y acondicionamiento bajo la dirección única del mismo arquitecto, D. José Luis Suárez Cantero.

Cádiz, a 3 de marzo de 1995

Fdo. Angel Muñoz Vicente.-
Arqueólogo Colegiado nº 1895