

Ensayos de materiales para embalajes de obras de arte

JON APODACA MARTÍN
DEPARTAMENTO DE CONSERVACIÓN GUGGENHEIM BILBAO MUSEOA

El Departamento de Conservación del Museo Guggenheim de Bilbao ha realizado el siguiente estudio, con el fin de constatar cuál es el embalaje que mejor se comporta ante los cambios ambientales del exterior, manteniendo en el interior unas condiciones idóneas para el traslado de obras de arte.

Se construyeron cuatro modelos de caja, de los que habitualmente se emplean en el embalaje y transporte de obras de arte, con unas dimensiones de 37 cm. de altura por 38 de anchura y 38 de profundidad (medidas exteriores). Se trataba de cajas de madera fenólica contrachapada de 1,5 ó 2 cm. de grosor, con refuerzos de 9 cm. x 1,8 cm. en todas las esquinas.

Las cajas iban recubiertas con dos capas de imprimación (*Valtodo de Valentine*) + dos capas de esmalte al agua, al exterior, y diferentes materiales para embalaje, al interior.

Tras exponerse a diferentes condiciones ambientales, se exponen en este artículo los resultados obtenidos en los ensayos realizados y unas conclusiones finales.

FABRICACIÓN DE EMBALAJES PARA LOS ENSAYOS. CARACTERÍSTICAS DE LAS CAJAS

• CAJA 1:

- Forrado interior con papel *Craft* siliconado
- *Neopreno* en las juntas de la tapa

• CAJA 2:

- Forrado interior con papel *Craft* siliconado
- Forrado interior con *Ethafoam* gris de 2,5 cm.
- *Neopreno* en las juntas de la tapa

• CAJA 3:

- Forrado interior con material aislante metálico (*Marvel Seal*)
- Forrado interior con *Volara* de 2 cm.
- *Neopreno* en las juntas de la tapa

• CAJA 4:

- Forrado interior con papel *Craft* siliconado
- Forrado interior con styrofoam de 3 cm.
- Forrado interior con *Volara* de 2 cm.
- *Neopreno* en las juntas de la tapa

PRUEBAS (1 Y 2) DE MANTENIMIENTO DE CONDICIONES AMBIENTALES

- Instalación de 4 datalogers en el interior de ellas, uno en cada una, recogiendo las mediciones de los cambios de temperatura y humedad relativa en su interior.

- Instalación de 1 dataloger en el exterior de las cajas con el fin de registrar las condiciones ambientales del lugar de almacenamiento.

Resultados de la 1ª prueba

Depósito de las cajas en un almacén no climatizado durante 9 días (31-05-2005 al 9-06-2005).

Se recogen 5 lecturas de los datalogers, siendo la nº 5 la que registró las mediciones ambientales del exterior de las cajas:

- Exterior:	T.máxima:	22.3° C	
	T . mínima:	20.8° C	+ - 1.5° C
	HR máxima:	60.3 %	
	HR mínima :	50.9 %	+ - 9.4 %
- Caja nº 4:	T.máxima:	22.1° C	
	T . mínima:	20.6° C	+ - 1.5 ° C
	HR máxima:	50.2 %	
	HR mínima:	47.9 %	+ - 2.3 %
- Caja nº 3:	T.máxima:	22.1 ° C	
	T . mínima:	20.6 ° C	+ - 1.5 ° C
	HR máxima:	54.4 %	
	HR mínima:	51.8 %	+ - 2.6 %
- Caja nº 2:	T.máxima:	22.2 ° C	
	T . mínima:	20.6 ° C	+ - 1.6 ° C
	HR máxima:	51.2 %	
	HR mínima:	50.1 %	+ - 1.1 %
- Caja nº 1:	T.máxima:	22.1° C	
	T . mínima:	20.5° C	+ -1.6 ° C
	HR máxima:	49.2 %	
	HR mínima:	47.5 %	+ - 1.7 %

Conclusiones obtenidas de las dos primera pruebas

Ubicando las cajas en un sitio sin control climático con cambios bruscos de temperatura y de humedad relativa, hemos comprobado que las cajas, en su interior, tras una exposición prolongada, se adaptan a los cambios de temperatura del exterior , alcanzando niveles no aceptables para la conservación de las obras de arte.

En cuanto a las variaciones de la humedad, aunque en el

Resultados de la 2ª prueba

La cajas se colocan en el exterior del museo durante 8 días (14-06-2005 al 22-06-2005).

Se recogen 5 lecturas de los datalogers, siendo la nº 5 la que registró las mediciones ambientales del exterior de las cajas:

- Exterior:	T.máxima:	36° C	
	T . mínima:	18.1° C	+ - 17.9 ° C
	HR máxima:	85 %	
	HR mínima:	30.1 %	+ - 54.9 %
- Caja nº 4:	T.máxima:	34.1 ° C	
	T . mínima:	17.7 ° C	+ - 16.4 ° C
	HR máxima:	61 %	
	HR mínima:	42.6 %	+ - 18.4 %
- Caja nº 3:	T.máxima:	33.7 ° C	
	T . mínima:	17.6° C	+ - 16.1 ° C
	HR máxima:	63.1 %	
	HR mínima:	47 %	+ - 16.1 %
- Caja nº 2:	T.máxima:	34.1° C	
	T . mínima:	17.6° C	+ - 16.5 ° C
	HR máxima:	54.7 %	
	HR mínima:	51.6 %	+ - 3.1 %
- Caja nº 1:	T.máxima:	33.6° C	
	T . mínima:	17.4° C	+ -16.2 ° C
	HR máxima:	53.5 %	
	HR mínima:	48.8 %	+ - 4.7 %

exterior se dan variaciones muy elevadas, en el interior de las mismas se controlan relativamente esos cambios.

La caja nº 2 en las dos pruebas es la que mejores resultados nos ha aportado . Está forrada en toda la superficie interior con papel *Craft* siliconado y con *Ethafoam* gris de un grosor de 2,5 cm.

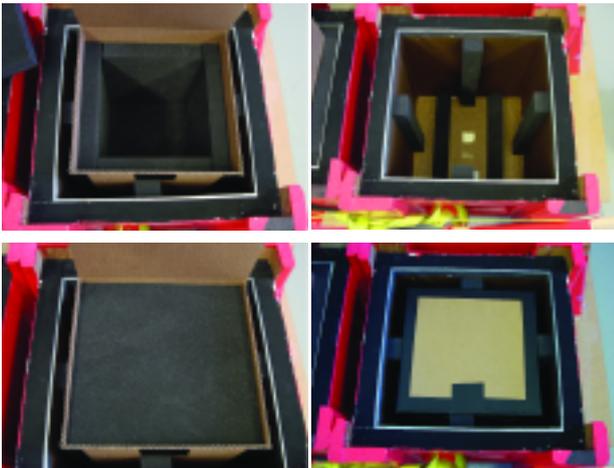
MODIFICACIONES REALIZADAS EN LAS CAJAS. PRUEBA 3

Al comprobar los contradictorios resultados obtenidos (las cajas con mayores cantidades de materiales aislantes son las que más problemas presentan) realizamos una serie de modificaciones en las cajas, como son:

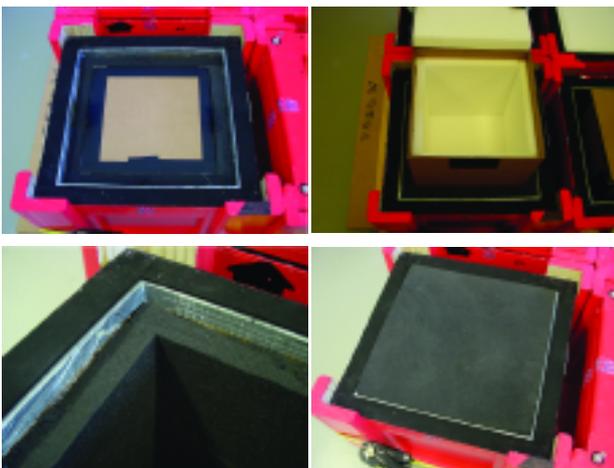
- Modificar la colocación de las tapas de espumas: las tapas no se encajarán en el hueco interior de las espumas de los laterales, sino que cubrirán la parte superior de éstos, creando un espacio sin pequeñas ranuras.

- En tres de ellas construimos una segunda caja interior de cartón, recubiertas en todo su interior con nuevas capas de material aislante.

- CAJA 1: La caja de cartón está forrada en su interior con *Ethafoam* de 2,5 cm., y alrededor de ella se crea un espacio de aire, con unas tiras de *Ethafoam* que sujetan a la caja de cartón .



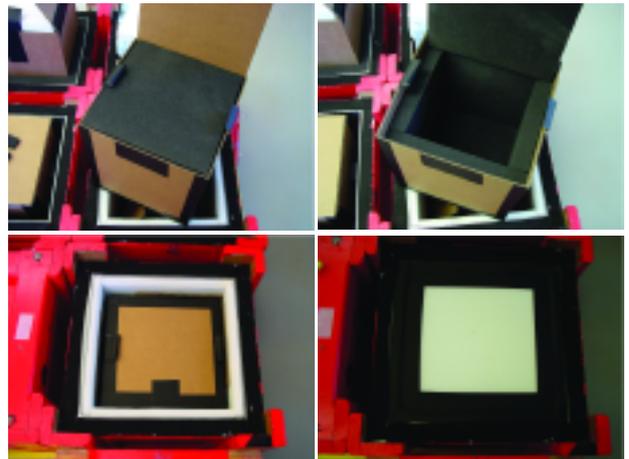
- CAJA 2: el Foam se retira de la tapa, ajustándose a las dimensiones de la madera de la caja, no al *Foam* del interior. La caja de cartón interior va forrada con *Volara* de 2 cm.



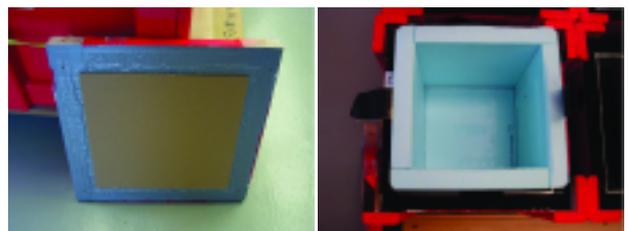
- En otra, la caja interior la construimos con el propio material aislante que antes estaba adherido a las paredes de la caja.

- Estas cajas interiores irán totalmente selladas con cinta adhesiva en las uniones de las caras para evitar filtraciones.

- CAJA 3: caja de cartón interior con *Ethafoam* de 2,5 cm. La caja exterior va forrada con *volara* (como antes), pero se precinta la tapa para evitar filtraciones.



- CAJA 4: el forramiento interior de *Styrofoam* se recorta un poco y se construye con él una caja interior totalmente sellada. En la holgura resultante se introducen unos trozos de cartón, con el fin de crear una pequeña cámara de aire. A la tapa de la caja se le retira el *Styrofoam*, colocándose un trozo de cartón para el ajuste de la caja interior.



Resultados de la 3ª prueba

Todas ellas son sometidas a otra sesión de pruebas en el exterior del edificio del museo, donde las condiciones son más extremas. Se colocan el miércoles día 29-06-2005, comenzando a hacer las mediciones el martes día 28-06-2005 en el laboratorio de conservación. Se recogerán el martes día 5-07-2005.

- Exterior: T.máxima: 30.8° C
T . mínima: 15.7° C +- 15.1° C
HR máxima: 90.4 %
HR mínima: 33.7 % +- 56.7 %

- Caja nº 1: T.máxima: 28.7° C
T . mínima: 17.4° C +- 11.3° C
HR máxima: 55.7 %
HR mínima: 50.9 % +- 4.8 %

MEJORA EL CONTROL DE TEMPERATURA
Y MANTIENE UN NIVEL ACEPTABLE DE HR

- Caja nº 2: T.máxima: 28.6° C
T . mínima: 17.6° C +- 11° C
HR máxima: 57.9 %
HR mínima: 49.7 % +- 8.2 %

MEJORA EL CONTROL DE TEMPERATURA
Y EMPEORA EL NIVEL DE HR

- Caja nº 3: T.máxima: 28.9° C
T . mínima: 17.7° C +- 11.2° C
HR máxima: 58.4 %
HR mínima: 53.4 % +- 5 %

MEJORAN EL CONTROL DE TEMPERATURA
Y EL NIVEL DE HR

- Caja nº 4: T.máxima: 28.9° C
T . mínima: 17.1° C +- 11.8° C
HR máxima: 57.3 %
HR mínima: 48.1 % +- 9.2 %

MEJORAN EL CONTROL DE TEMPERATURA
Y EL NIVEL DE HR

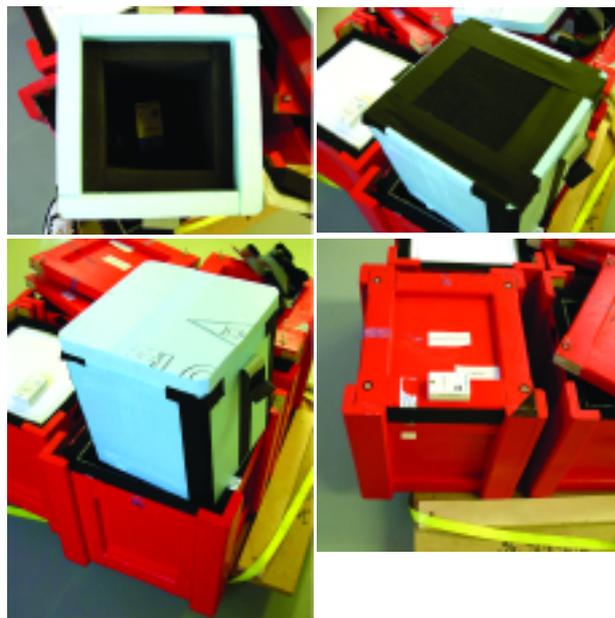
Conclusiones de la tercera prueba

Aunque se han mejorado las condiciones con respecto a la anterior prueba, en el interior de los embalajes se alcanzan temperaturas elevadas para la conservación correcta de obras de arte.

Los materiales que se suponen que son una barrera térmica no están funcionando como tales.

MODIFICACIÓN REALIZADA EN UNA DE LAS CAJAS. PRUEBA 4

Por todo ello probamos a hacer una última prueba modificando la caja nº 4, y añadiendo en su interior un forramiento a base de *Ethafoam*. Todas las uniones de materiales se sellan con cinta adhesiva.



Se expone a las mismas condiciones durante tres días (5-07-2005 al 8-07-2005).

Resultados de la cuarta prueba

- Exterior: T.máxima: 22.9° C
T . mínima: 18.3° C +- 4.6° C
HR máxima: 91.5 %
HR mínima: 53.4 % +- 38.1 %

- Caja nº 1: T.máxima: 22.9° C
T . mínima: 18.8° C +- 4.1° C
HR máxima: 57.4 %
HR mínima: 55 % +- 2.4 %

Conclusiones de la cuarta prueba

La Hr queda en un nivel perfecto, pero los cambios de temperatura del exterior se siguen viendo reflejados en el interior.

Comprobamos definitivamente que los materiales que se consideran aislantes térmicos funcionan relativamente, ya que el aislamiento se va perdiendo con la exposición a largos períodos de tiempo. Lo que hacen es retardar el tiempo de

calentamiento del interior de las cajas. El enfriamiento a su vez también es lento.

PRUEBA DE LOS MATERIALES EN UNA CAJA DE MAYOR TAMAÑO

Tras los ensayos realizados con anterioridad, se somete una caja de mayores dimensiones (35 x 70 x 63 cms.) a una prueba de tiempos en el exterior. La caja está forrada en su interior con papel *Craft*, espuma de *Poliespan* de 2 cm. y *Ethafoam* blanco de 5 cm. de grosor, sellado térmicamente en las uniones del *Ethafoam*, y sellando la tapa de *Ethafoam* a la caja con cinta adhesiva.

Sería una caja de características estándar para el embalaje de una obra de arte.

Partiendo de unas condiciones de temperatura de 24 °C y de una Humedad Relativa de un 50 %, se lleva al ático con unas condiciones exteriores de inicio de 30,9°C y un 38,3% de humedad relativa.

Pasada la primera hora de exposición a condiciones extremas,

la caja alcanza en su interior una temperatura de 25,4°C y una HR. de 48,2 %, condiciones que aún podemos considerar como aceptables, pero pasadas dos horas la caja alcanza una temperatura interior de 29,8°C y la HR baja hasta 40,9%.

Pasadas 4 horas y media la caja alcanza 34,4 °C y la humedad se sitúa en 36,8%.



CONCLUSIÓN FINAL

Con todas estas pruebas hemos comprobado la importancia de las condiciones ambientales de las zonas de almacenamiento y de los medios de transporte a emplear en el traslado de las obras de arte, ya que si las condiciones de temperatura del exterior de las cajas no son las adecuadas , acaban por verse reflejadas en el interior de las mismas, pudiendo afectar a las obras.

En cuanto a los cambios de humedad relativa se refiere, hemos comprobado que los materiales empleados en los embalajes sí son efectivos, manteniendo unas condiciones perfectas en el interior de los embalajes cuando empleamos una cobertura de *Styrofoam* y *Ethafoam*.

Conociendo la realidad que presentan los *Termoking* de los camiones, en los que sólo es posible controlar los niveles de temperatura y no los de humedad relativa, consideramos que los embalajes protegerán a las obras mientras las condiciones térmicas se controlen.

Por lo tanto, deberán de controlarse las maniobras de carga, descarga y de estancia en almacenes de tránsito sin control climático, aconsejando estancias no superiores a UNA HORA en dichos lugares ■