



1. Vista de una de las bóvedas de Guastavino en el Oyster Bar de Nueva York (foto: Fernando Vegas y Camilla Mileto)

## Reparación de los daños en las bóvedas de Guastavino debidos al incendio del Oyster Bar en la Estación Grand Central, Nueva York\*

Robert Silman\*\*

El carácter ignífugo de las bóvedas de Guastavino, una de las principales características que avala la validez de sus estructuras, se ha demostrado en varias ocasiones durante el transcurso de los últimos ciento veinte años. El estudio Robert Silman Associates ha podido comprobar la versatilidad y la solidez de estas bóvedas en diversas intervenciones de restauración de las mismas. En este artículo se presenta el caso del incendio del 29 de junio de 1997 en el Oyster Bar de la Estación Grand Central, que no llegó a afectar a la integridad de las bóvedas de Guastavino, de manera que sólo fueron necesarias algunas reparaciones de tipo cosmético en la capa inferior de rasillas vidriadas.

*Structural repairs to fire-damaged Guastavino tile vaults at Grand Central Terminal's Oyster Bar.* The fireproof character of Guastavino vaults, one of the major characteristics of their structure, has been demonstrated on several occasions over the past hundred and twenty years. The firm of Robert Silman Associates has verified the versatility and solidity of these vaults in several restoration works. This article deals with the fire that broke out on 29th June 1997 in the Oyster Bar at Grand Central Station, which did not impair the structural integrity of the Guastavino vaults so that only cosmetic repairs to the lowest layer of tiles were required.

\* Este artículo es la reedición traducida del texto ya publicado en *APT Bulletin, The Journal of Preservation Technology*, Vol. XXX, No. 4, 1999, págs. 27-31. Agradecemos la cortesía del equipo editorial de esta revista que nos ha permitido la reedición del texto en castellano.

\*\*Robert Silman es presidente de la Robert Silman Associates, P.C., un estudio de ingeniería y cálculo de estructuras fundado en 1966, con oficinas en Nueva York y Washington D.C. Este estudio se ha especializado en la restauración de edificios históricos y ha trabajado en más de 250 edificios protegidos, incluidos más de 25 reparaciones, restauraciones y reconversiones de edificios de Guastavino.

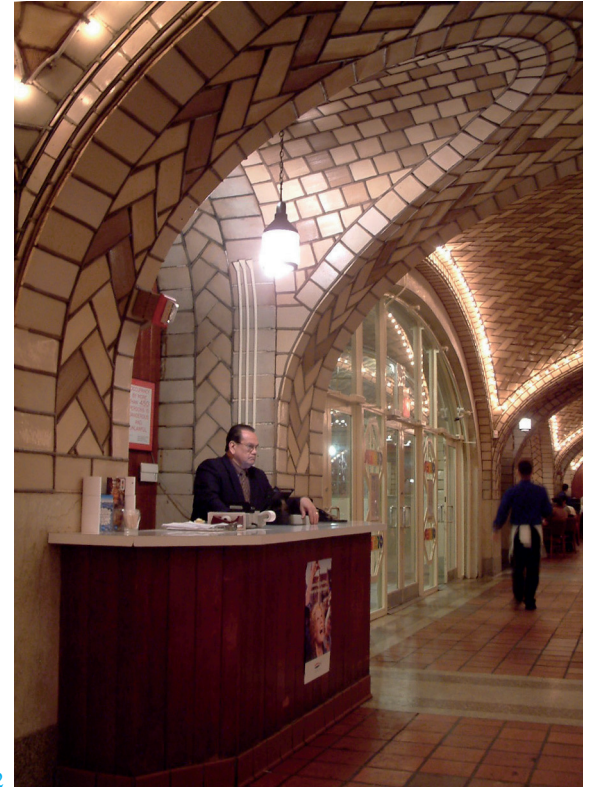
2. Vista de una de las bóvedas del Oyster Bar (foto: Fernando Vegas y Camilla Mileto)
3. Casquete esférico con corte a cuatro caras (dibujos: Robert Silman Associates)
4. Bóveda confinada entre cuatro pilares de acero (dibujos: de Robert Silman Associates)

La reparación de los daños en las bóvedas de Guastavino debidos al incendio del Oyster Bar en la Grand Central Terminal constituyó un reto muy interesante (figs. 1, 2). Cualquier restauración de una obra de Guastavino representa siempre un reto debido a su escaso uso de material en soluciones estructurales sencillas y al mismo tiempo elegantes. Desde Robert Silman Associates hemos comprobado la extraordinaria capacidad de estas bóvedas para asumir reparaciones y adaptarse a modificaciones y nuevos usos, tanto en iglesias (St. John the Divine y St. Bartholomew's en Nueva York), como en edificios docentes (en las universidades de Barnard y Columbia) e industriales (una imprenta en New London, Connecticut, convertida hoy en viviendas).

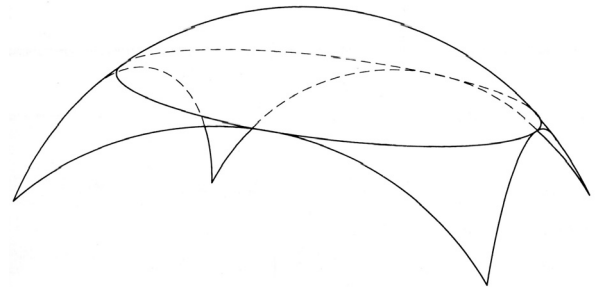
### Descripción de las bóvedas del Oyster Bar

Las bóvedas principales del Oyster Bar constituyen el resultado del corte de una porción de esfera por cuatro planos verticales iguales (fig. 3). En lugar de conducir toda la carga de la bóveda hacia las pechinas de cada esquina, los Guastavino orlaron las aberturas arqueadas de los cuatro lados de las bóvedas con generosos arcos tabicados, que soportaban buena parte de las cargas de la bóveda. Las cargas de la bóveda y los arcos se conducen a la estructura de pilares metálicos del edificio principal de la Estación Grand Central (fig. 4). Las bóvedas del Oyster Bar se construyeron mayoritariamente en tres capas de rasillas, siendo la capa inferior vidriada por la cara vista y las otras dos restantes de rasilla normal. Se recibieron todas con cemento Portland de alta resistencia tanto en sus cantos como en alisado de mortero entre las capas. Como era habitual en las obras de Guastavino, en las pechinas se empleaban unas cuantas capas de cerámica más; sin embargo, durante estos trabajos de reparación, nuestro estudio no examinó esas zonas, por lo que se desconoce el número de capas que se llegaron a utilizar.

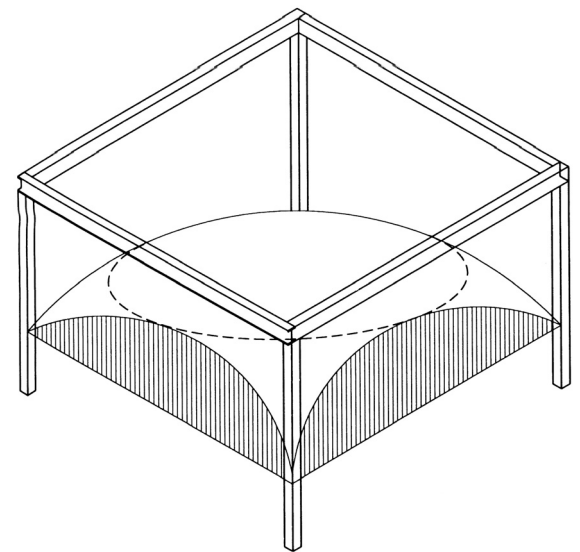
Durante el incendio se desprendieron muchas rasillas de revestimiento. Este hecho se puede atribuir a dos causas posibles que probablemente actuaron de forma conjunta. La primera fue el choque térmico producido por el rápido calentamiento que ocasionó la dilatación de las piezas, seguido de un enfriamiento brusco en el momento en el que se arrojó agua al intradós mediante las mangueras de los bomberos. Ambos generaron probablemente suficientes tensiones y movimientos como para causar un fallo de adherencia en las juntas de mortero. Además, la presión del agua arrojada contra las piezas de cerámica por las mangueras fue suficiente como para desprenderlas. En ningún caso se observaron daños en las capas de rasilla internas, así como tampoco en las juntas de mortero.



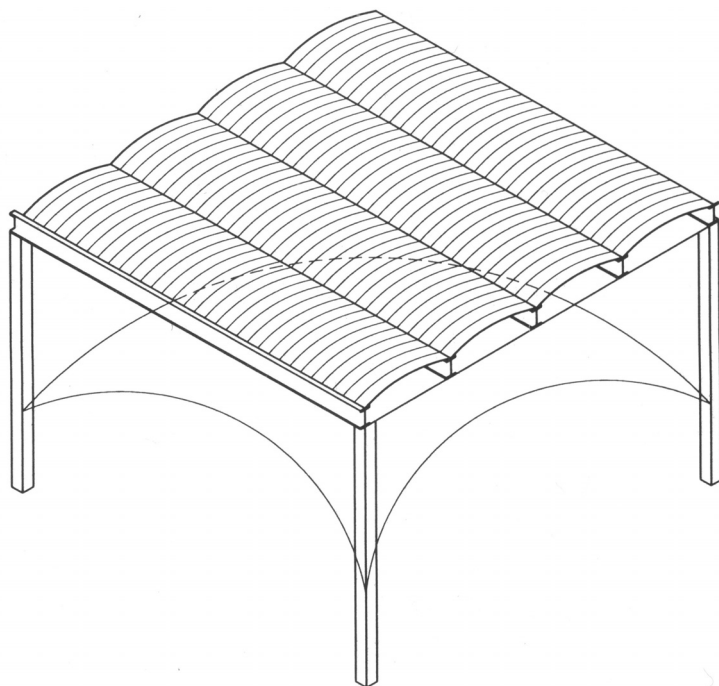
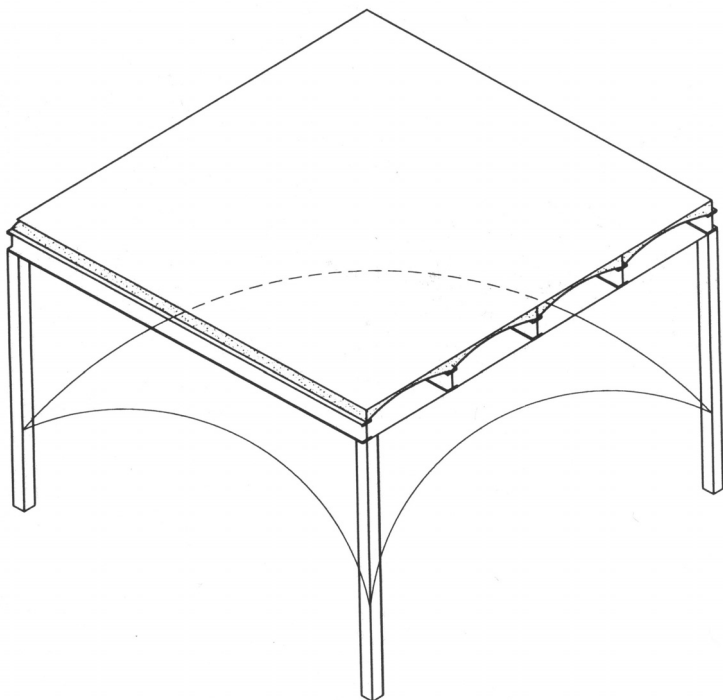
2



3



4



5



6

5. Forjado terminado con capa de reparto de hormigón (izquierda) y forjado soportado independientemente por las vigas de acero y las bovedillas (dibujos cortesía de Robert Silman Associates)
6. Azulejos sueltos retirados durante la inspección inicial (foto: cortesía de Ehrenkranth, Eckstut and Kuhn)
7. Parte superior de una bóveda terminada de 11x14 pies (foto: cortesía de Archivo Guastavino-Collins – Avery Architectural and Fine Arts Library, Universidad de Columbia)
8. Ensayo de resistencia al fuego (foto: cortesía de Archivo Guastavino-Collins – Avery Architectural and Fine Arts Library, Universidad de Columbia)

### Evaluación de los daños estructurales debidos al incendio

Justo después del incendio, el propietario del Oyster Bar encargó que se determinara si las bóvedas afectadas por el fuego ofrecían garantías de seguridad, a fin de que se pudieran realizar las tareas de limpieza y reparación inmediatamente sin que los trabajadores corrieran ningún tipo de riesgo. Lo primero que se hizo fue percutir con una maceta acrílica todas las rasillas vidriadas de acabado para comprobar si estaban sueltas. Esta técnica se había empleado unos diez años antes en el techo de la Sala de Registro de Ellis Island. Este procedimiento permitió identificar áreas enteras donde el revestimiento estaba suelto, así como algunas rasillas aisladas insuficientemente adheridas. Estas piezas se retiraron inmediatamente (fig. 6).

Sin embargo, cuando se retiraba una de estas rasillas aisladas mal adheridas, todas las piezas colindantes se desestabilizaban y presentaban menor adherencia de la inicial en un segundo sondeo de percusión. Las rasillas de revestimiento habían conformado por tanto una bóveda independiente de una capa cuyo comportamiento como cáscara estructural se veía merocado al interferir en su continuidad, debilitándose el conjunto. Consecuentemente, se creyó que lo más prudente era retirar todas las piezas de revestimiento de las zonas más dañadas.

Como parte del análisis de seguridad, se estudiaron las capas de rasilla cerámica restantes en las bóvedas para determinar si poseían suficiente



7



8

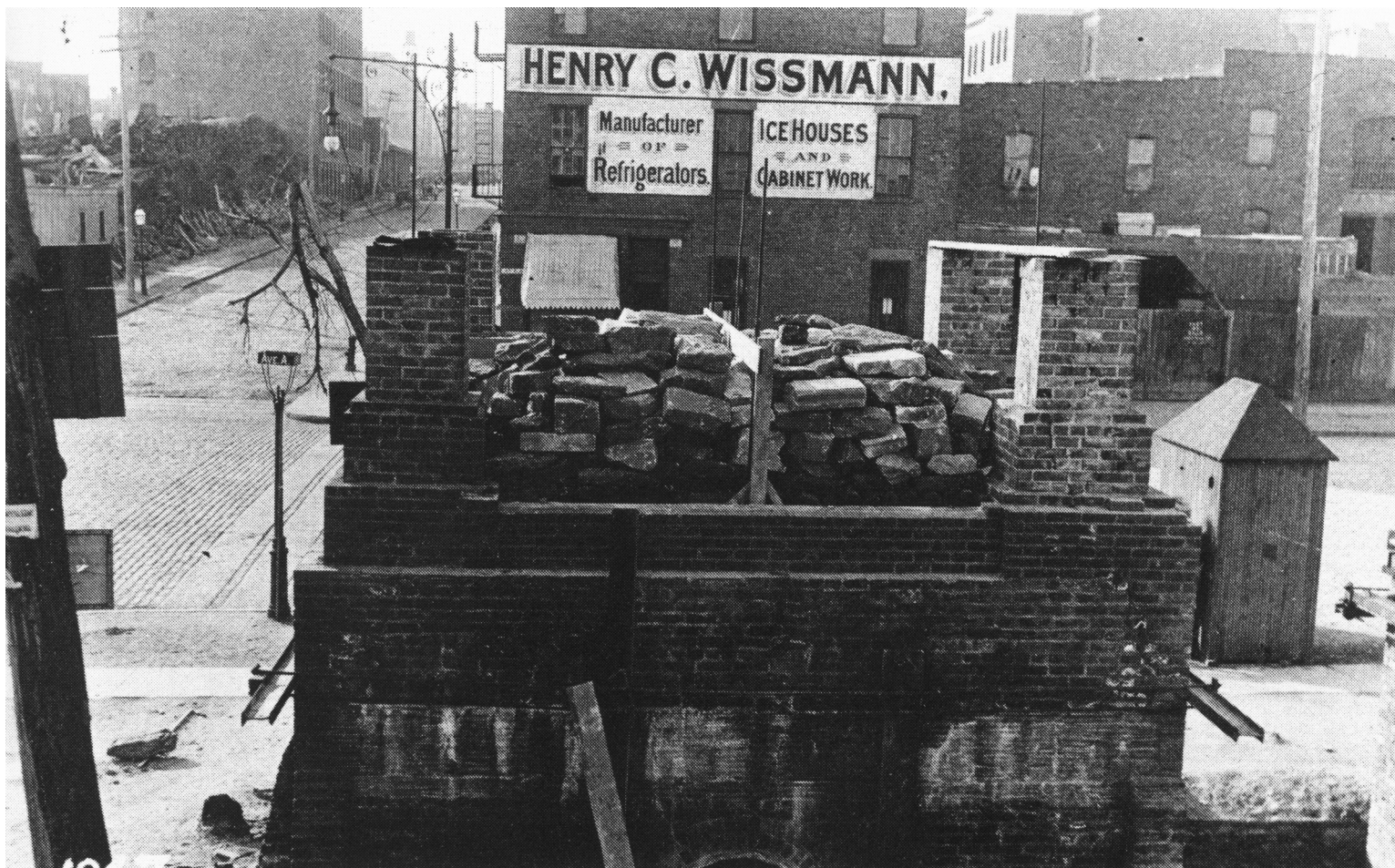


9. Vista de una de las bóvedas del Oyster Bar (foto: Fernando Vegas y Camilla Mileto)

10. Prueba de carga completa de una bóveda después del ensayo de resistencia al fuego (foto: cortesía de Archivo Guastavino-Collins – Avery Architectural and Fine Arts Library, Universidad de Columbia)

estabilidad estructural sin la capa de revestimiento final. Se observó que la parte superior central de las bóvedas estaba construida con sólo dos capas de rasillas cerámicas más el acabado en rasilla cerámica vidriada de color beige. Posteriormente, se averiguó que las bóvedas no soportaban ningún tipo de carga de la terminal situada encima, que descansaban en forjados de perfiles en doble T de acero con revoltones de rasillas (fig. 5). Finalmente, se hizo evidente que la capa de rasilla vidriada se recibió contra el intradós de la bóveda cerámica ya construida, la mejor manera de conseguir una superficie limpia y uniforme en espinapez y la única manera de realizar la junta resaltada de la rasilla vidriada de revestimiento. La prueba más evidente de que este revestimiento se construyó en último lugar y no como parte de la bóveda estructural es que estas rasillas vidriadas estaban recibidas con una torta de mortero a bofetón y no con una capa uniforme de mortero en toda su superficie. Partiendo de este dato, se llegó a la conclusión de que la bóveda cerámica había sido estructuralmente estable antes de la aplicación de la capa de revestimiento vidriada; a la vista de la ausencia de daños, estas bóvedas seguían siendo adecuadas para su función autoportante.

No se consideró necesario ningún tipo de análisis estructural, ya que se habrían gastado inútilmente recursos y tiempo. En su lugar, se llegó a la conclusión de que si las bóvedas habían mostrado un comportamiento satisfactorio durante 84 años y ni las rasillas estructurales ni el mortero presentaban daños visibles, no había razón alguna que impidiera recolocar simplemente la capa de acabado y volver a poner las bóvedas en servicio. Éste es un principio muy importante a tener en cuenta cuando se analiza estructuralmente un sistema existente. Se puede demostrar mediante análisis matemáticos de cáscaras estructurales similares a las tratadas que las pechinas y las zonas de borde –los encuentros con los arcos– sufren esfuerzos de flexión muy elevados; en teoría, una bóveda de dos capas de rasillas sin armar es una estructura muy pobre para soportar estos esfuerzos de flexión. No está documentado que los Guastavino utilizaran análisis matemáticos sofisticados; de hecho, los análisis matemáticos para cáscaras estructurales no se desarrollaron completamente hasta los años treinta. Los Guastavino confiaban en las pruebas de carga para demostrar que sus bóvedas eran más que adecuadas para soportar las cargas que se requirieran. Los dos tests más interesantes están documentados en detalle en los archivos de Guastavino<sup>1</sup>. De hecho, estos dos tests consistieron en someter a una bóveda similar a la del Oyster Bar, con dimensiones en planta de 3,35 por 4,25 metros, a una prueba de fuego y a otra de agua (fig. 7). En la primera prueba, una bóveda de tres capas de rasilla de grosor base se sobrecargó con 750 kg/m<sup>2</sup>. La temperatura bajo la bóveda se mantuvo durante cuatro horas a más de 1.100°C (fig. 8). Posteriormente, se examinó el intradós y, acto seguido, se le roció con agua, que provocó la caída completa de la capa inferior de rasillas, de una manera similar al incendio del Oyster Bar. Una vez se dio por concluida la prueba de fuego, se sobrecargó la bóveda con 3.000 kg/m<sup>2</sup> (fig. 10). No se observó ningún tipo de grieta y, además, las flechas que se observaron antes, durante y después del fuego se mantuvieron siempre



10

dentro de un rango aceptable. De hecho, bajo la carga de  $3.000 \text{ kg/m}^2$ , el aumento de la flecha resultó en  $4,95 \text{ mm}$  o  $1/677$  de la luz, un valor realmente bajo que indica la extraordinaria rigidez del sistema.

Dos semanas después de la primera prueba de fuego, se realizó una segunda, no sin antes recibir una nueva capa de rasilla en el intradós que sustituyera a la que se desprendió por completo en la primera prueba, tal como se hizo en el Oyster Bar después del incendio. La bóveda mostró un comportamiento excelente bajo una carga constante de  $750 \text{ kg/m}^2$  durante la segunda prueba de fuego, y se desprendieron de nuevo las piezas de la capa inferior al entrar en contacto con el chorro de agua de las mangueras. Una vez finalizada la segunda prueba, se cargó la bóveda con  $2.200 \text{ kg/m}^2$ , y la flecha resultante ascendió a  $4,60 \text{ mm}$  o  $1/733$  de la luz.

La intensidad y duración del incendio del Oyster Bar no fue ni mucho menos comparable al de las pruebas de 1897, además de que no hubo cargas adicionales. Aún así, la capa inferior tuvo un comportamiento muy similar al de las pruebas originales. El hecho de que no se registrara ningún tipo de daño estructural en las bóvedas tal como había sucedido en los tests realizados hace más de 100 años permitió de nuevo una reparación sencilla y eficaz (fig. 9). 🏠

### Notas

1. "Report of Fire and Water Test of the Guastavino Dome Floor Construction, made April 2nd, 1897, and letter report with typewritten letterhead: "DEPARTMENT OF BUILDINGS, 220 Fourth Avenue, New York, Sept. 22 1897", que también están firmadas por Stevenson Constable, Inspector Jefe de Edificación. Los documentos obran en el *Archivo Guastavino-Collins, Dibujos y Archivos*, Biblioteca Avery Architectural and Fine Arts, Columbia University