ARCO DEL MILENIO

(MILLENNIUM ARCH)

Josep Mª Adell
Profesor, Doctor Arquitecto. Universidad Politécnica Madrid (UPM). Dpto. Construcción y Tecnología Arquitectónicas (DCTA). Escuela Técnica Superior de Arquitectura (ETSAM). Director Línea Investigación sobre fábricas en el Grupo de Investigación de Tecnologías Innovadoras y Sostenibles en Edificación (TISE-fábricas). Presidente del 12th IBMAC 2000.

Víctor Aguado
Doctor Arquitecto. Profesor Titular (DCTA-UPM-ETSAM-TISE)

Fecha de recepción: 2-I-05

ESPAÑA

801-2

RESUMEN

A lo largo de la historia, el Arco de fábrica ha sido el componente constructivo más característico de la Arquitectura y la Ingeniería desde que después de sus inicios etruscos en la época romana fuera desarrollado adelantándose con ello a la cultura helénica.

El Arco, desde entonces, viene empleándose como una solución constructiva eficiente para cubrir espacios con materiales que no soportan tracciones. La originalidad técnica del Arco lo ha llevado a imponerse como símbolo de las hazañas bélicas como era el Arco de Triunfo.

En el cambio de siglo y milenio en el que nos encontramos, un salto técnico fundamental se desvela en este Congreso, el Sistema de Albañilería Integral, que abre la posibilidad de ampliar el campo de aplicación de la albañilería con la

SUMMARY

The masonry arch has been the most characteristic element of architecture and engineering ever since the Romans elaborated on the original Etruscan form, surpassing Hellenic culture in this regard.

Since then, the arch has been used as an efficient construction solution for spanning spaces with materials unable to resist tensile stress. The technical originality of the arch was such that even in modern times it has been used to symbolize feats of war: hence the arches of triumph to be found throughout the western world.

The turn of the century and millennium ushered in a technical breakthrough that was introduced in this Congress: AllWall. This

Figura A.- Portada del armado del Arco del Milenio.

incorporación del acero, a través de las perforaciones de las piezas, lográndose por fin armar en las tres direcciones del espacio cualquier muro de fábrica que se desee.

El Arco del Milenio conmemoró el 12th IBMAC de Madrid, mostrando en él los avances técnicos que el Sistema de Albañilería Integral permite, al tratarse de un arco inclinado en el espacio y, por tanto, el primer arco de fábrica construido fuera de la vertical, mediante fábrica de Ladriflor aparejada a tizón, reforzada con barras y cercos.

El Arco del Milenio, diseñado por J.M. Adell (Presidente del 12th IBMAC), parte de un cilindro de 14 m de diámetro, inclinado 30º sobre el terreno, y construido con fábrica de ladrillo de un pie de grueso, alternando una hilada de color amarillo de cada seis en rojo. El hueco deja un paso libre de 10 m de lado y 5,5 m de altura. La fábrica está armada regularmente por tendeles con cerchas cada 6 hiladas. En la zona del arco (estructuralmente una viga curva en ménsula), se arma con barras longitudinales y cercos de 10 mm de diámetro, a través de las perforaciones abiertas en el ladrillo cerámico universal accediendo lateralmente a ellas.

El Arco del Milenio, se levantó en los jardines del Palacio de Congresos del Paseo de la Castellana, conformando su acceso principal. Dos años después de su construcción fue derruido por el Ayuntamiento de Madrid, por exigencia de la nueva dirección del Palacio de Congresos.

Se exponen a continuación, las imágenes más significativas que expresan el proceso constructivo empleado para levantar el Arco del Milenio, delante del Palacio de Congresos de Madrid, donde se celebró el 12th IBMAC.

Se han ordenado en 6 apartados: Antecedentes, Componentes, Arranque, Estribos, Arco, Encofrado & Desencofrado y Remates.

system enlarges the potential of masonry by devising a way to reinforce hollow brick or block walls with steel in all three dimensions of space.

The Millennium Arch, built to commemorate the 12th IBMAC held in Madrid, exhibited the technical advances inherent in AllWall: this slanted arch was the first masonry structure of its kind to be built off the vertical, using "Ladriflor" brick in a header bond arrangement, reinforced with bars and stirrups.

Designed by J.M. Adell (President of the 12th IBMAC), the arch consisted in a 14-m diameter cylinder on a 30º slant, made of a one-foot deep masonry wall, with one course of yellow for every six courses of red brick. It spanned a width of 10 m and a height of 5.5 m. The wall was uniformly reinforced with truss bar across every sixth bed joint. The arch area (structurally, a curved and cantilevered beam) was reinforced with 10-mm diameter longitudinal bars and stirrups that penetrated the laterally accessed perforations in the standard hollow brick.

The Millennium Arch was built on the grounds of the Palacio de Congresos, the convention centre located on Madrid's main thoroughfare, the Paseo de la Castellana. Two years later, the centre's new management obliged the municipal authorities to demolish the arch.

The photographs below portray the most significant stages in the erection of the Millennium Arch outside the Palacio de Congresos*, venue for the 12th IBMAC.*

These pictures are divided into six chapters: Background, Components, Springline, Piers, Arch, Centring Erection and Removal, and Trimming.

1. ANTECEDENTES

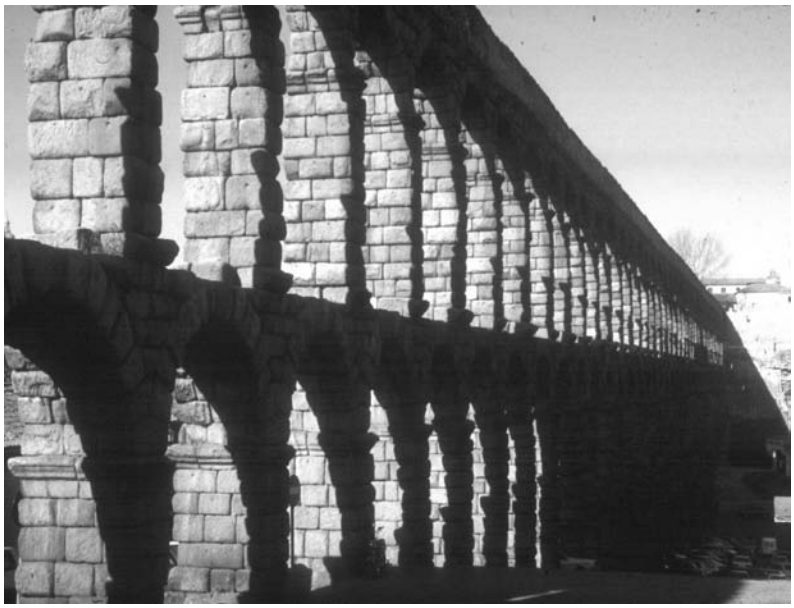


Figura 1.- Acueducto romano de Segovia: sucesión de arcos de medio punto en dos niveles, todos en el plano vertical (2000 años de antigüedad).

2. COMPONENTES

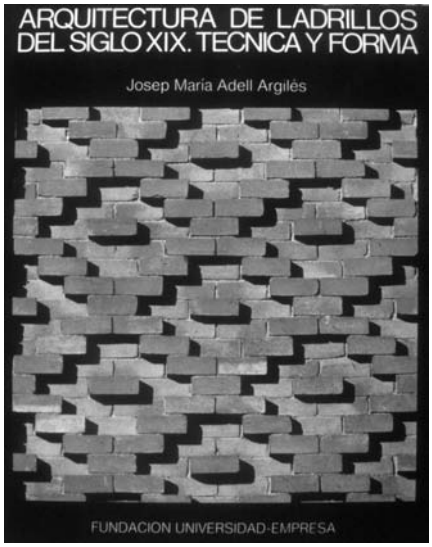


Figura 2.- Portada del libro "Arquitectura de Ladrillos del s. XIX: técnica y forma", con múltiples arcos.

Figura 3.- Plaza de Toros de Las Ventas en Madrid. Puerta grande con Arco de herradura lobulado en el plano vertical (año 1919).

Figura 5.- Paraguas de replanteo o armazón generador de las costillas guía del cilindro inclinado (14 m de diámetro, 7,5 m de alto).

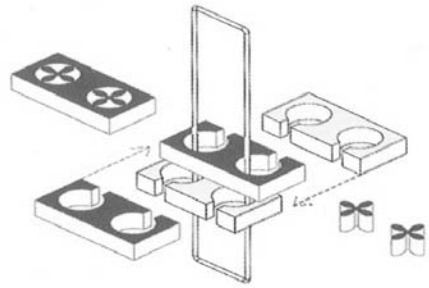


Figura 4.- Arco del Milenio (año 2000). Gráfico del primer Arco de fábrica armada fuera de la vertical respecto de sus arranques. Clave del armado de los estribos cerrados por acceso lateral al Ladriflor.

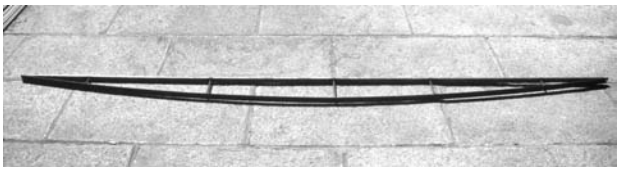


Figura 6.- Sector en arco de círculo entre las costillas guía del paraguas (2,92 m de longitud).

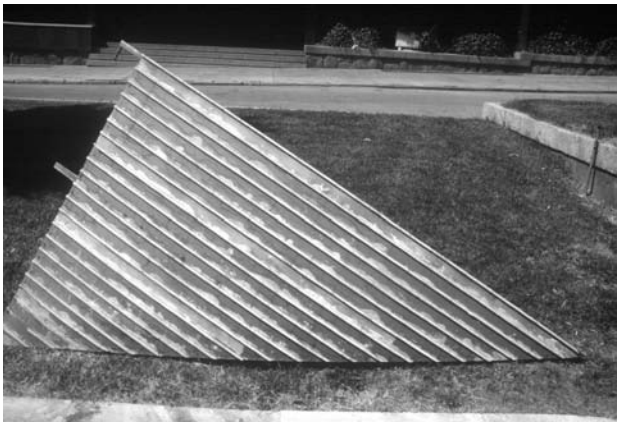


Figura 7.- Camón guía en arco de círculo, para fijar entre las costillas guía, mostrando los listones en los tendeles para apoyar los ladrillos en su ubicación precisa (2,92 m de longitud).

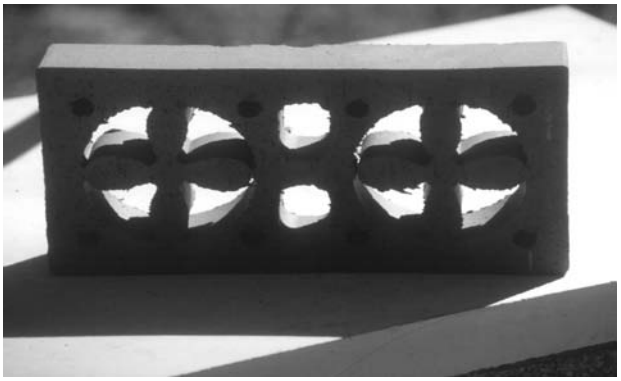
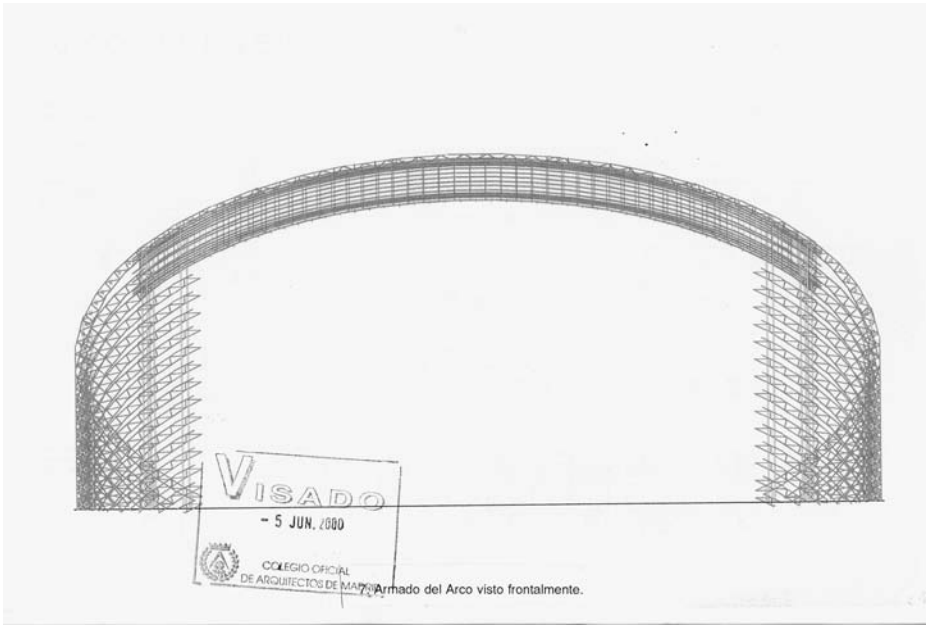


Figura 8.- Ladriflor Todomuro de INCECOSA (Grupo ALMIRALL) de tamaño 285x137x49 mm.



Armado del Arco visto frontalmente.

Figura 9.- Alzado en esquema de la disposición de las barras, los cercos y armaduras de tendel en el Arco.

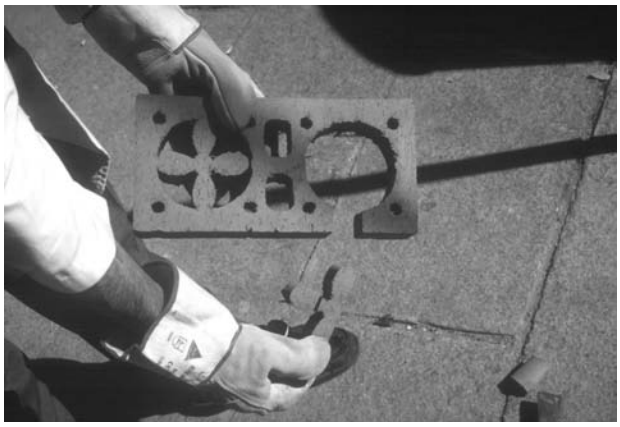
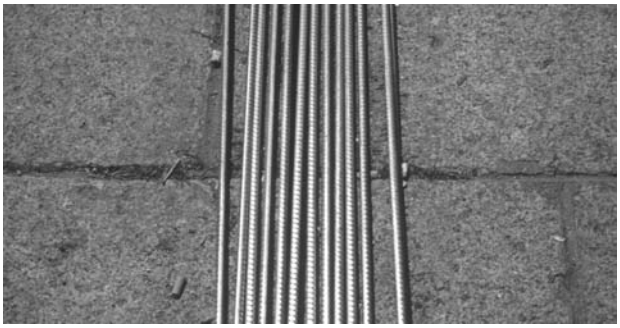
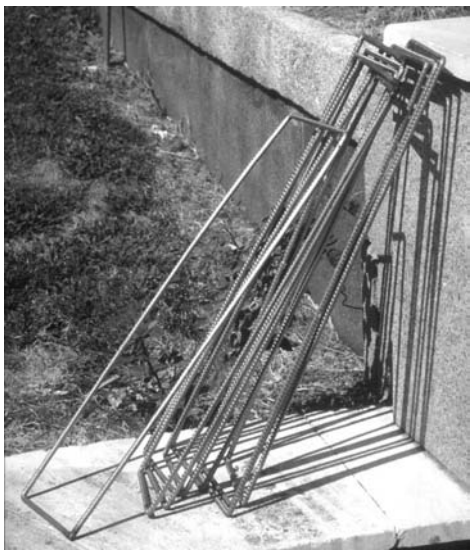


Figura 10.- Apertura del Ladriflor para armar verticalmente por acceso lateral del armado a ambos huecos, retirando las flores.



a)



b)

Figura 11.- Barras corrugadas de 10 mm de acero inoxidable de ACERINOX: a) Para ubicar en los tendeles y en los tirantes antivuelco; b) Para los cercos en la zona de la viga del Arco.

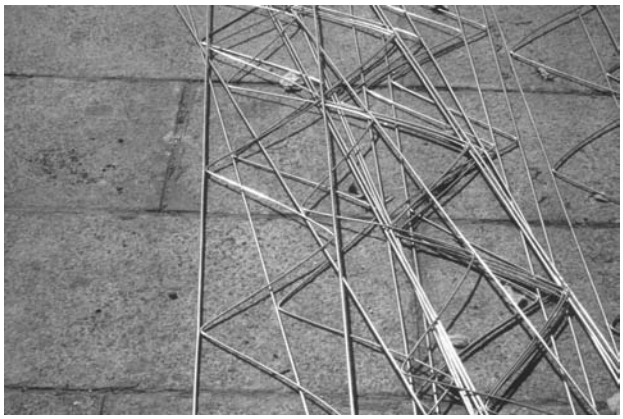


Figura 12.- Cerchas de tendel de BEKAERT tipo Murfor RND.5/S-200 mm. Mortero M-80 en los muros laterales y M-160 en la viga balcón del Arco central.

3. ARRANQUE

Figura 13.- Colocación de las hiladas de arranque sobre la cimentación, aprovechando el camón guía de forma triangular.

Figura 14.- Ladrillos de las hiladas de arranque apoyadas con ángulos de 30º respecto a la horizontal, con los Ladriflores abiertos para ubicar los tirantes antivuelco de la viga curva del Arco.

Figura 15.- Arranque de la jamba derecha del Arco, de un pie de grueso y aparejada a tizón, con un ángulo de 60º respecto de la vertical.

4. ESTRIBOS

Figura 16.- Estribo izquierdo con los tirantes incorporados.

Figura 17.- Estribo izquierdo en ejecución visto por su trasdós cóncavo.

Figura 18.- Estribo derecho visto por su intrasdós convexo, con los tirantes verticales embutidos dentro de los Ladriflores y armadura de tendel en la junta inclinada 30º.

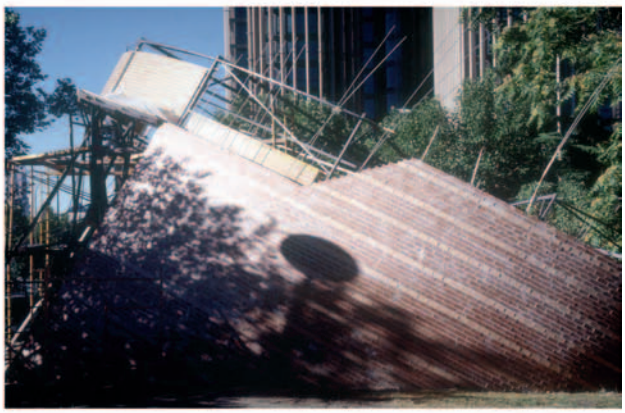


Figura 19.- Vista del estribo derecho completado, con el apeo preparado para apoyar el Arco en voladizo.

5. ARCO

a)

b)

Figura 20.- a) Ubicación de los 4 camones guía de las hiladas del Arco, sujetos al paraguas de armazón; b) Tableros o cimbras apeadas donde apoyar la primera hilada de ladrillos bajo los camones.

Figura 21.- Ubicación del Ladriflor entero entre dos cercos.

Figura 22.- Colocación del Ladriflor abierto lateralmente en sus dos huecos, para poder adentrarlo al cerco.

Figura 23.- Colocación a mano por los albañiles, de las armaduras longitudinales continuas en los tendeles;

Figura 24.- Armaduras longitudinales ya dispuestas en los tendeles entre los cercos verticales.

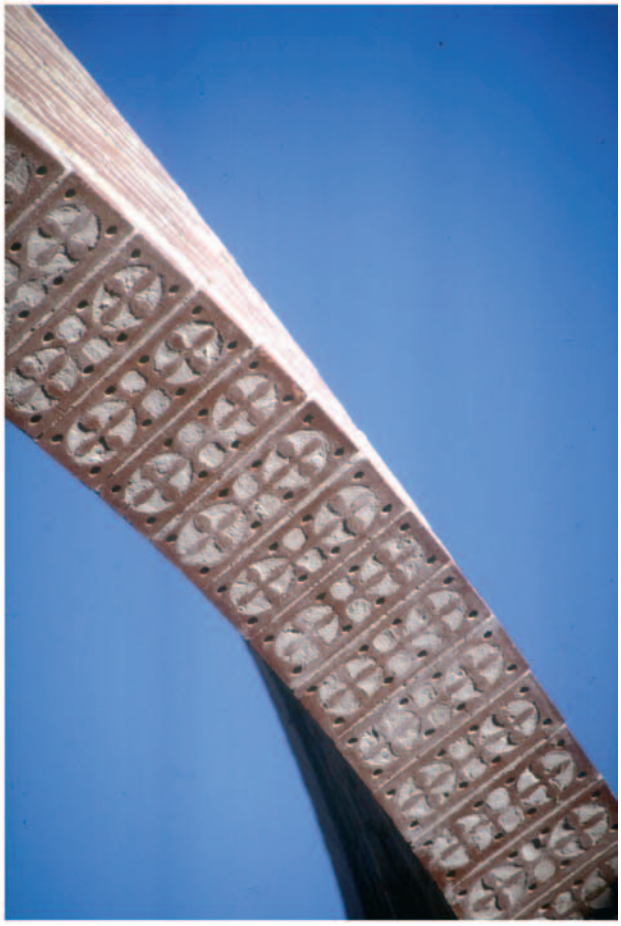
Informes de la Construcción, Vol. 56, nº 495, enero-febrero 2005

6. ENCOFRADO & DESENCOFRADO

Figura 25.- Arco construido y apeado a la espera de su fraguado definitivo para poder proceder a su descimbrado.

Figura 26.- Vista del arco en proceso de descimbrado, con el paraguas guía a medio desmontar.

a)



b)

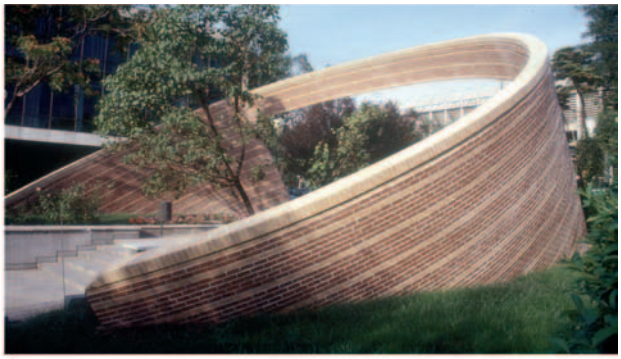
Figura 27.- Vista inferior del Arco, una vez descimbrado, mostrando los ladrillos Ladriflor sin abrir que cuelgan estando anclados del primer tendel armado: a) Vista bajo eje central; b) Vista esviada.

7. REMATES

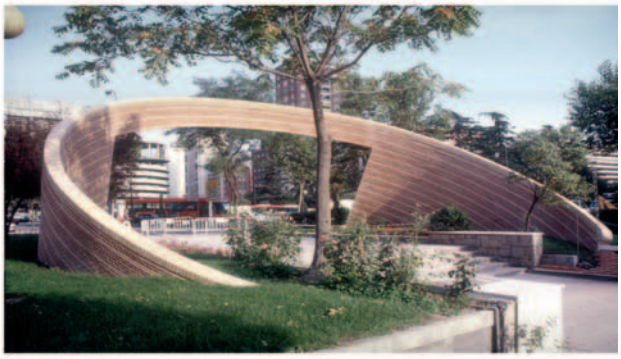
Figura 28.- Vista interior convexa del Arco donde se aprecian:abajo las hiladas rejuntadas posteriormente a quitar los camones guía y arriba las hiladas rehundidas por los listones del camón, antes del rejuntado.

Figura 29.- Vista exterior lateral cóncava del Arco donde se observa el ladrillo aparejado a tizón con llagas y tendeles rejuntadas.

Figura 30.- Sardinel de coronación del Arco, dispuesto sobre una hilada rehundida para alojar una luminaria corrida y/o la guía para la fijación de carteles sobre el frente del Arco.



a)



b)

Figura 31.- Vistas posteriores del Arco con el Estado Santiago Bernabeu al fondo, con aparejo a tizón y bandas de ladrillo amarillo de cada seis hiladas rojas: a) Vista posterior derecha con las llagas y tendeles de igual grueso y rejuntadas con mortero; b) Vista posterior izquierda sin llagas verticales.

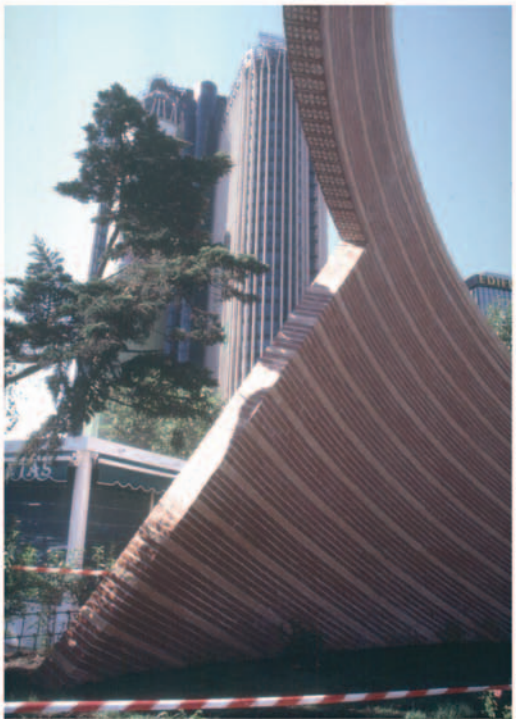


Figura 32.- Vista interior convexa del Arco aparejado a tizón (Véanse las llagas "a hueso", sin mortero a la vista en las llagas).

8. TERMINACIÓN

Figura 33. Vista general del Arco del Milenio enmarcando el acceso peatonal del Palacio de Congresos del Paseo de la Castellana de Madrid y detalle de la inscripción "Arco Milenio 2000".

Figura 34.- Vistas inferiores con gran angular del Arco del Milenio: a) Vista con el Azca y Torre Picasso; b) Vista con el Palacio de Congresos al fondo, publicado en la portada del Anexo de los "Proceedings" del 12th IBMAC.

Figura 35.- "Arco Milenio 2000": Inscripción, en letras inoxidables, sobre frente del Arco. Los especialistas en fábricas del mundo entero, asistentes a la Conferencia Internacional, firmaron los ladrillos con los que se construyó el Arco.

BIBLIOGRAFÍA

Arquitectura de Ladrillos del siglo XIX. Técnica y forma. Adell, J. M. Ed. Fundación Universidad-Empresa. Madrid 1985. ISBN 84-86227-47-X.

Sobre la denominación de "aparejo a la española". Adell, J. M. Actas I Congreso Hispanoamericano de Terminología de la Edificación. Valladolid, 1987

El ladrillo material moderno: El lenguaje del ladrillo en la Arquitectura. Adell, J. M Revista Sección ladrillos cara vista. Ed. Hispalyt. Madrid, 1988.

Edificio singular: viviendas sociales en la Plaza de la Remonta. Adell, J. M. Revista Bia nº 147. Ed. Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Madrid. Madrid, 1991.

New universal brick for enclosure walls systems involving reinforced masonry. Adell, J. M. CIB Proceedings Wall Structures. Dresden, Germany, 1998.

*La fábrica armada***.** Adell, J. M. Ed. Munilla-Lería. Madrid 2000. ISBN 84-89150-39-7.

The integral masonry system and the contemporary façade. Adell, J. M. Paper of the12th International Brick/Block Masonry Conference. Madrid, 2000.

AllWall clay brick plate test. Adell, J. M. Paper of the12th International Brick/Block Masonry Conference. Madrid, 2000.

The Millennium Arch. Adell, J. M. Paper of the12th International Brick/Block Masonry Conference. Madrid, 2000.

Structural Analysis of the Millennium Arch. Adell, J. M y del Río, C. Paper of the12th International Brick/Block Masonry Conference. Madrid, 2000.

Construction of the Millennium Arch. Adell, J. M. Paper of the12th International Brick/Block Masonry Conference. Madrid, 2000.

The Spirit of the Millennium Arch. Adell, J. M. Paper of the12th International Brick/Block Masonry Conference. Madrid, 2000.

Arco del Milenio. Adell, J. M. VI Jornada sobre Aplicaciones Arquitetónicas de materiales. Ed. Departamento de Construcción y Tecnología arquitectónicas. ETSAM-UPM. Madrid, 2000.

Arco del Milenio, albañilería integral para el futuro. Adell, J. M. Revista Arte y Cemento nº 24. Ed. Elsever Información Profesional. Bilbao, 2000.

El Arco del Milenio. Adell, J. M. Revista Bia nº 209. Ed. Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Madrid. Madrid, 2000.

El edificio más extraño de Madrid (sobre el Arco del Milenio). Diario 16, 5 agosto 2000.

Arco del Milenio. Revista de la Universidad Politécnica de Madrid. Nº 42. Diciembre, 2000 (páginas 23-24).

Se inicia la demolición del Arco del Milenio instalado frente al Palacio de Exposiciones y Congresos. Madridiario. 21 junio 2001.

Manifiesto que yo no he sido. Diario El País. Opinión del Lector J. M. Adell. 27 junio 2001.

Millenium Arch: construction and structural analysis. Adell, J. M. Revista Masonry International. British Masonry Society. Londres, 2003.

* * *