

aplicaciones
arquitectónicas
de materiales

VI jornada

madrid, 21 de noviembre

2000

editores:

D. luis de villanueva domínguez

D. alfonso garcía santos

departamento de construcción
y tecnología arquitectónicas

ETSAM

ARCO DEL MILENIO

Josep M^o Adell¹ Concha del Río² Javier Giménez³

1. 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 en la época romana fue ideado 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 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 conmemora 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, construido con fábrica de Ladriflor aparejada a tizón, reforzada con barras y cercos.

El Arco del Milenio se ha diseñado partiendo de un cilindro de 14m de diámetro, inclinado 30° 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. Deja un paso libre de 10m de lado y 5,5m 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 10mm de diámetro, a través de las perforaciones abiertas en el ladrillo cerámico universal.

El Arco del Milenio, permanecerá en los jardines, conformando el acceso principal al Palacio de Congresos, por el Pso. de la Castellana. Se construirá si hay el apoyo del COAM y el CSCAE.

Palabras Clave:

Arco; Pieza universal; Armadura de tendel; Barras; Sistema de Albañilería Integral.

2. Antecedentes

Desde la antigua cultura romana, el Arco ha venido constituyendo el símbolo más característico de homenaje para las grandes hazañas del hombre. Desde un punto de vista simbólico, son conocidos los arcos romanos que existen en diversos países, cuyo

único fin era el de conmemorar determinada hazaña bélica, del emperador de la época, y que han perdurado hasta nuestros días como Arco de Triunfo (Fig. 1).

También los romanos fueron los primeros grandes ingenieros que supieron organizar sucesivos niveles de Arcos para salvar las diferencias de altura entre los viaductos o los acueductos y los valles que tenían que salvar (Fig. 2) (Fig. 3).

En la Arquitectura, el Arco se ha aprovechado en su aspecto formal para caracterizar al estilo de determinadas culturas en el tiempo (Fig. 4).

Por otra parte, el Arco tiene desde su origen constructivo, una función técnica significativa, que le permite ser imprescindible para salvar grandes luces como las que se encuentran en los valles y particularmente sobre los ríos.

En los siglos más recientes, se ha seguido utilizando el Arco con este mismo fin de recrear un momento histórico relevante, en muchas ciudades y países del mundo. En la actualidad, si bien el Arco ha perdido gran parte de su aplicación en Arquitectura dadas las estructuras porticadas, sigue utilizándose la forma de Arco para determinados hitos ciudadanos significativos.

3. Organización constructiva del Arco Tradicional

En la Arquitectura o Ingeniería partimos de materiales tradicionales, la piedra, el bloque, el ladrillo, el adobe, etc., todos ellos con buena capacidad resistente a compresión, pero poca o mínima resistencia a tracción.

Cuando hay que salvar la luz de un vano, el hombre con su ingenio, desde hace tiempo que inventó el Arco. "El Arco es el artificio constructivo que consigue transmitir las cargas a compresión, a través de una directriz curva, comprimiendo las distintas piezas o dovelas que lo forman, sin que aparezcan flexiones ni tracciones entre ellas".

El Arco implica pues una forma curva "arqueada" dispuesto en un plano vertical, de tal manera que los elementos que lo constituyen, ayudados por la acción de la gravedad, quedan comprimidos entre sí, salvando una determinada distancia, o luz del arco, a base de adquirir por ello una cierta altura o flecha y generar empujes (Fig. 5).

Para lograr que el Arco sea estable en el espacio, es imprescindible obtener las reacciones apropiadas que contrarresten los empujes que el Arco genera, que como son de índole oblicua al seguir la directriz curva del Arco, no se transmiten verticalmente al suelo, sino inclinados a través de los paños de fábrica adyacentes a ambos lados del arranque del Arco.

Normalmente, los estribos, o macizos de fábrica a ambos lados del Arco, se encargan de absorber los empujes horizontales de dicha organización constructiva con su propio peso.

Alternativamente es posible contrarrestar los empujes del Arco empleando para ello tirantes de acero a través del vano, que soportando tracciones equilibran los esfuerzos horizontales del empuje del Arco.

La forma del Arco se determina en la cimbra que lo ha de soportar durante el proceso de construcción, de manera que colocándose las dovelas de abajo a arriba, a partir de ambos arranques, se culminan con la clave, que cierra la directriz curva y permite que las piezas de fábrica se compriman en cuanto se retire la cimbra (Fig.6).

La forma determinada del Arco, puede ser variable aunque en función de su curvatura genera distintos empujes. Así pues, los Arcos rebajados generan mayor empuje que los de medio punto, y estos menos que los peraltados (Fig.7). Determinadas formas de Arcos requieren a su vez una específica ubicación de cargas que a veces hay que suplementar para mantener dicha forma. De ahí que los Arcos apuntados precisen de cargas en la clave, mientras que los de medio punto deban cargarse en los riñones (Fig.8).

4. La Fábrica Armada y/o el Arco Ciego

Si queremos evitar los empujes del Arco, podemos atirantarlo. Un ejemplo formal de esta solución técnica es la que nos plantea Kahn en sus edificios de Bangladesh en la India, combinando arcos de ladrillo con tirantes de hormigón armado (Fig.9).

La fábrica armada, es decir, aquel muro de fábrica que está armado horizontalmente con armaduras de tendel, repartidas regularmente en la altura del muro, tiene acero dispuesto por niveles que confieren a la albañilería capacidad a tracción en el plano horizontal del muro. En otras palabras, un muro de fábrica armada puede comportarse como un muro con sucesivos tirantes a niveles regulares.

En consecuencia, si un paño de fábrica armada se descalza en su zona central involuntariamente por flexiones del forjado de la base de apoyo, las armaduras de tendel inferiores del paño se verán obligadas a traccionarse, actuando de tirante oculto, creándose un arco de fábrica de descarga atirantado en el interior del muro ante su falta de apoyo (Fig.10). La fábrica armada pues, llega a comportarse como una sucesión de Arcos ciegos superpuestos que además de evitar que se agriete la albañilería, atiranta los paños de grandes luces sobre vacíos, sin la necesidad de construir formalmente el Arco en el interior del muro.

En los dinteles de fábrica armada, el muro trabaja en Arco de forma deliberada por el cálculo, es decir, con elementos superiores de fábrica comprimidos, equilibrados por otros inferiores traccionados al haber armaduras capaz de absorberlas, equilibrándose así las acciones y reacciones (Fig.11).

5. El Sistema de Albañilería Integral con el ladrillo cerámico universal

El Sistema de Albañilería Integral permite armar en las tres direcciones del espacio caso que así se requiera por criterios de diseño o cálculo.

El Sistema de Albañilería Integral complementa a las armaduras de tendel, con las piezas de fábrica universales, y las costillas de refuerzo.

Por tanto, empleando piezas universales, es decir, piezas que pueden abrirse en grandes huecos y armarse por acceso lateral, como el Ladriflor, es posible armar verticalmente la fábrica y, por tanto, dotarla de capacidad a tracción en sentido vertical, aun manteniendo el aparejo deseado.

El armado tridimensional que el Sistema de Albañilería Integral permite, posibilita a la albañilería entrar en aplicaciones hasta ahora exploradas solamente por el hormigón armado, como son el campo de los prefabricados, o aplicaciones singulares como el Arco del Milenio.

Si el Arco tradicional requiere de la gravedad para estabilizarse en el espacio, con el Sistema de Albañilería Integral, armando por acceso lateral a través del Ladriflor, puede llegar a ser posible construir un arco que desafíe la acción de la gravedad, sobrepasando con su forma y organización constructiva, los parámetros tradicionales en que se basan los arcos a través de la historia, gracias a la nueva organización constructiva que permite incorporar el acero.

6. Proyecto de Arco del Milenio

En España y en los últimos años del s.XX, se ha desarrollado la tecnología capaz de cambiar el curso de la historia del empleo de las fábricas en el próximo milenio.

El Sistema de Albañilería Integral, convenientemente aplicado, permite construir arcos de fábrica inclinados que son inestables en sí mismos, es decir, que se derrumban por la propia acción de la gravedad al quitarles la cimbra, y que sin embargo, gracias a una cuidada ejecución combinando piezas de fábrica, con armaduras y mortero, soportan los esfuerzos y sollicitaciones para ser estables en el espacio a pesar de su arriesgada disposición formal.

De hecho, esta forma curva inclinada construida arrancando y saliendo de un mismo eje, no es en sí un arco estructuralmente hablando, sino que se trata más propiamente de una ménsula. Y una ménsula de forma curva está sometida a tracciones, flexiones y torsiones significativas, lo que sólo puede ser afrontada estructuralmente para luces importantes con la colaboración del acero. Esto puede hacerse con hormigón armado, o perfiles de acero, y también con fábrica en el tercer Milenio, gracias a emplear el nuevo Sistema de Albañilería Integral.

7. Ubicación del Arco en el entorno urbano

Una vez hecha la propuesta formal a la Dirección del Palacio de Congresos de Madrid de construir un Arco temporal conmemorativo del 12th IBMAC, y dado el interés con que fue acogida dado su atractivo, la Dirección de este organismo propuso buscar un lugar en los jardines frente al Palacio, donde poder ubicar el Arco de una forma definitiva.

Bajo estas premisas, se escogió el acceso peatonal que conecta el Paseo de la Castellana con la explanada principal del Palacio que da frente a la c/ General Perón, ya que este acceso carece del énfasis apropiado para la importancia del edificio.

El Arco se sitúa apoyado sobre los jardines colindantes a dicho acceso peatonal, envolviéndolo espacialmente y generando un atractivo urbano que enfatiza el acceso a la calle principal de las dos a las que da dicho Palacio de Congresos.

En su ubicación, el Arco marca el acceso y enmarca el Palacio al fondo rodeado de jardines.

El Arco del Milenio recuerda una ruina que con el paso del tiempo está parcialmente semienterrada en la ciudad. Se trata de un gran cilindro parcialmente inclinado, que emerge del terreno. En un lateral del cilindro, un gran hueco circular de proporciones apaisadas se manifiesta como un arco que envuelve el espacio, construido por una cultura capaz de poder armar la albañilería en las tres direcciones del espacio, lo que se da a partir del tercer milenio.

8. Construcción del Arco del Milenio

* Determinación constructiva del arco

Se trata de un cilindro de 14m interiores de diámetro, construido con fábrica aparejada a tizón de un pie de grueso, sumando 14,6m de diámetro exterior (Fig. 12).

El cilindro visto en planta, está dividido en 4 partes de la dimensión de los 4 cuadrantes respectivos. Los 2 cuadrantes laterales están contruidos con fábrica curva, mientras que el frontal constituye el arco en ménsula sobre un gran vano, de 10m de luz x 5m de alto, y quedando el posterior totalmente enterrado sin llegar a tener que construirse (Fig. 13 a,b,c).

El despiece de los tres sectores o cuadrantes del cilindro contruidos, dos de apoyo y uno de arco, está determinado por 40 ladrillos en cada sector en sucesivas hiladas aparejadas a tizón.

Las hiladas sucesivas se separarán 1,2cm para poder albergar en la zona del arco las barras horizontales de 1cm de diámetro.

El recubrimiento del mortero M-80 empleado, se considera suficiente, puesto que la pasta se adentra en las perforaciones de las piezas abiertas y suficientemente en las flores sin abrir.

La curvatura de los 7m de radio permite construir el cilindro con hiladas de llaga delgada en el intradós del mismo, y de llaga de grueso normal en su trasdós (1,2cm) (Fig. 14)

El muro cilíndrico curvo está construido con una banda de ladrillo a color de cada 6, lo que refuerza enormemente su curvatura, y disposición inclinada sobre el terreno.

La fábrica aparejada a tizón, está hecha con ladrillo del fabricante INCECOSA (Grupo Almar) de Barcelona, en formato catalán (DIN) de 285x137x49mm, calidad klinker, y

en dos colores, el rojo "oregón flashing", y el amarillo "nevada liso", dispuestos regularmente en 5 hiladas rojas y una sexta amarilla.

Se ha empleado para ello el ladrillo cerámico universal tipo Ladriflor, capaz de armarse en vertical en las zonas que así lo requieran, como es la viga curva en ménsula, que determina espacialmente al arco (Fig. 15).

El muro está regularmente armado por tendeles con armaduras Murfor RND.5/S-200mm, dispuestas por niveles cada 3 hiladas de altura de media, facilitadas por Bekaert (Fig. 16).

En la zona del arco, se han dispuesto armaduras longitudinales para soportar las tracciones, con barras corrugadas inoxidables de 10mm de diámetro, facilitadas por Roldán de ACERINOX y para absorber las torsiones, que la disposición horizontal/inclinada genera a la fábrica, se han empleado cercos hechos con barras corrugadas inoxidables de 10mm de diámetro, embutidos en las perforaciones abiertas al Ladriflor, en la zona del arco del cilindro (Fig. 17).

Con el fin de contrarrestar el contrapeso del arco con la masa de fábrica de ladrillo cilíndrica, se han ubicado refuerzos verticales atirantando que equilibran el peso de la ménsula del arco en voladizo. Para ello se han abierto los ladriflores e introducido barras corrugadas inoxidables en aquellas zonas más solicitadas junto a los apoyos del arco.

Para evitar un efecto óptico de descenso del arco durante el desencofrado, se ha peraltado ligeramente la cimbra del mismo.

Para coronar el cilindro en su parte superior, se ha decidido aumentar el ritmo de las bandas de color, además de rematarlo con una hilada de ladrillo a sardinel.

El remate de coronación del arco, acogerá la inscripción del "Arco del Milenio", en conmemoración del 12th IBMAC.

* Proceso constructivo del arco

El proceso constructivo empleado es el resultado de un amplio desarrollo técnico que ha pasado por tres fases claramente diferenciadas:

- La primera opción que se pensó fue prefabricar el Arco en otra zona, en tres partes, los dos laterales y el Arco central propiamente dicho, para que una vez transportados al sitio definitivo, poderlos unir entre sí, atirantando con los refuerzos verticales previamente dispuestos, sobre los arranques del arco una vez apoyados sobre ambos extremos laterales curvos.

Esta opción fue desestimada cuando se ofreció la posibilidad de construir el Arco "in situ" para dejarlo definitivamente en el lugar (Fig. 18).

- La segunda opción, que partía ya de poder construir "in situ", se planteó pensando en construir el Arco con hiladas en posición horizontal. Esta opción parecía la más sencilla desde el punto de vista de la albañilería, al tratarse de un cilindro puesto en vertical. Sin embargo, tenía la contraprestación de tener que inclinar el Arco a los

30° una vez construido. Con este fin se desarrolló toda una plataforma de apoyo giratoria, capaz de permitir el giro espacial. El inconveniente de no poder garantizar que durante el proceso de giro no se iba a agrietar el Arco, dio lugar a desestimar la propuesta elaborada (Fig.19.a,b).

- La tercera opción, consiste en construir el Arco en su posición inclinada a 30°, lo que complica sustancialmente el proceso de ejecución del albañil, alargando el plazo de ejecución, pero ofreciendo en cambio la garantía de no agrietarse al no girar el arco.

La construcción manual de la albañilería contando con la acción de la gravedad, requiere construir en hiladas horizontales sucesivas, sin perder la verticalidad. Como en este caso las hiladas tienen un ángulo de 30°, que no impide colocar el ladrillo, si bien lo complica mucho, para su correcta ejecución, se han empleado guías circulares inclinadas a 30° para tomar la referencia de las hiladas de color dispuestas regularmente.

Con el fin de lograr la curvatura más continua posible, y dado que los cordeles empleados para marcar el nivel de cada hilada, al seguir la línea recta una vez tensados entre las miras correspondientes, no marcan la curvatura del cilindro sino que discurren por la secante, ha sido preciso idear unas "plantillas" de contrachapado de madera, que permitan ajustar los ladrillos al círculo deseado entre las miras dispuestas.

Como es lógico, la ménsula arqueada se ha apeado convenientemente antes de proceder a su ejecución, manteniéndose así el tiempo adecuado para el fraguado, curado y endurecido del compuesto fábrica armada.

Con efecto de poder apreciar visualmente las ventajas aportadas por la nueva técnica gracias al empleo del ladrillo cerámico universal tipo Ladriflor, las piezas de ladrillo se han dejado vistas por su tabla en la parte inferior del arco (Fig.20).

En el proceso constructivo, conviene destacar la complejidad añadida de colocar armaduras de tendel de 3m de longitud en una curvatura de 7m de radio, lo que ha obligado a cortar en tres zonas, a una de las armaduras longitudinales de las cerchas Murfor, con el fin de poder establecer la poligonal adecuada a la curvatura del cilindro. Este hecho obliga a duplicar el armado por tendeles, disponiendo en hiladas alternas los cortes sucesivos hacia la concavidad o convexidad respectivamente, para garantizar la continuidad del armado de tendeles, con dos armaduras sucesivas.

Los refuerzos verticales requeridos de atirantado del arco, se han dispuesto a través de las perforaciones del Ladriflor, buscando su coincidencia donde era posible con el solape de las armaduras de tendel (Fig.21).

La ejecución del arco con abundante armado horizontal por tendeles de barras inoxidables, ligeramente curvadas y colocadas a mano por los albañiles a la hilada necesaria, se ha ido combinando con la previa colocación de los cercos en las perforaciones de los ladrillos de la primera hilada inferior del arco (Fig.22).

Las piezas Ladriflor en la zona del arco, se han tenido que abrir lateralmente en sus dos perforaciones por un mismo lado, con el fin de colocar las piezas accediendo

lateralmente a los cercos, con disposiciones a izquierda y derecha forzadas por el aparejo a tizón empleado (Fig. 23).

A continuación se muestran algunas imágenes del proceso de construcción realizado "in situ" (Figs. 24 y 25), así como del resultado final una vez desencofrado el Arco (Figs. 26, 27, 28, 29 y 30)

9. Bibliografía

Adell, J.M. La Fábrica Armada. Madrid. Ed. Munilla-Leria. Madrid 2000. ISBN 84-89150-39-7.

¹ Profesor, Doctor Arquitecto. UPM. Universidad Politécnica Madrid. DCTA, Dpto. Construcción y Tecnología Arquitectónicas. ETSAM, Escuela Técnica Superior de Arquitectura.

² Profesor, Doctor Arquitecto UPM, Departamento de Estructuras de Edificación (DEE)

³ Arquitecto. UPM-DCTA-ETSAM.

PIES DE FOTOS

Fig.1. Arco de Triunfo Romano.

Fig.2. Acueducto de Segovia.

Fig.3. Puente de Alcántara.

Fig.4. Arco de arquitectura árabe.

Fig.5. Organización técnica del Arco.

Fig.6. Proceso constructivo del Arco.

Fig.7. Arcos de formas contrapuestas.

Fig.8. Cargas sobre arcos.

Fig.9. Arco de Kahn en Bangladesh: Arco rebajado atirantado con hormigón armado.

Arcos ciegos de fábrica armada atirantados

Fig.10. Arco de descarga.

Fig.11. Dintel en arco.

Fig.12. Arco del Milenio del 12th IBMAC.

Fig.13. a) Planta; b) Alzado frontal; c) Alzado lateral.

Fig.14. Aparejo a tizón con llagas delgadas en el intradós.

Fig.15. Ladriflor armado con cercos verticales

Fig.16. Armado por tendeles con cerchas Murfor.

Fig.17. Arco armado con barras longitudinales y cercos

Fig.18. 1ª Opción prefabricada. Despiece en 3 partes.

Fig.19. 2ª Opción construcción horizontal "in situ": a) Posición en construcción; b) Posición final girada 30°

Fig.20. Arco del Milenio con Ladriflor visto por tabla.

Fig.21. Armado del Arco del Milenio.

Fig.22. Volumetría del Arco del Milenio: ladrillo y armado.

Fig.23. Ladriflor abierto de lado para meter cercos

Fig.24. Arranque del estribo sur del Arco del Milenio, con hiladas a 30° y el ladrillo abierto alojando el atirantado vertical enmorterado.

Fig.25. Sentado del ladrillo en la viga en ménsula del Arco del Milenio.

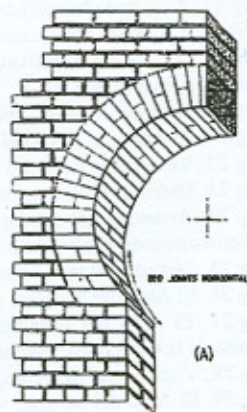
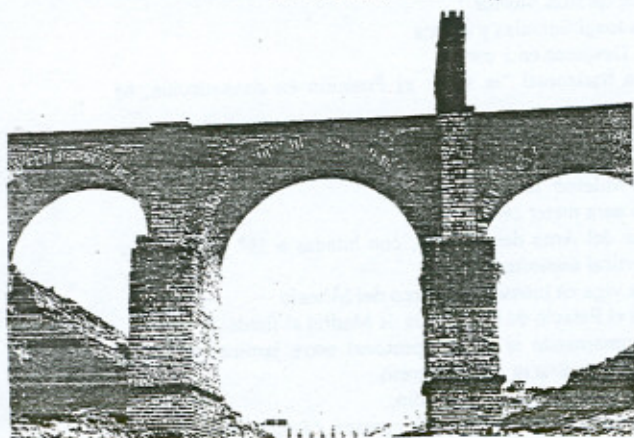
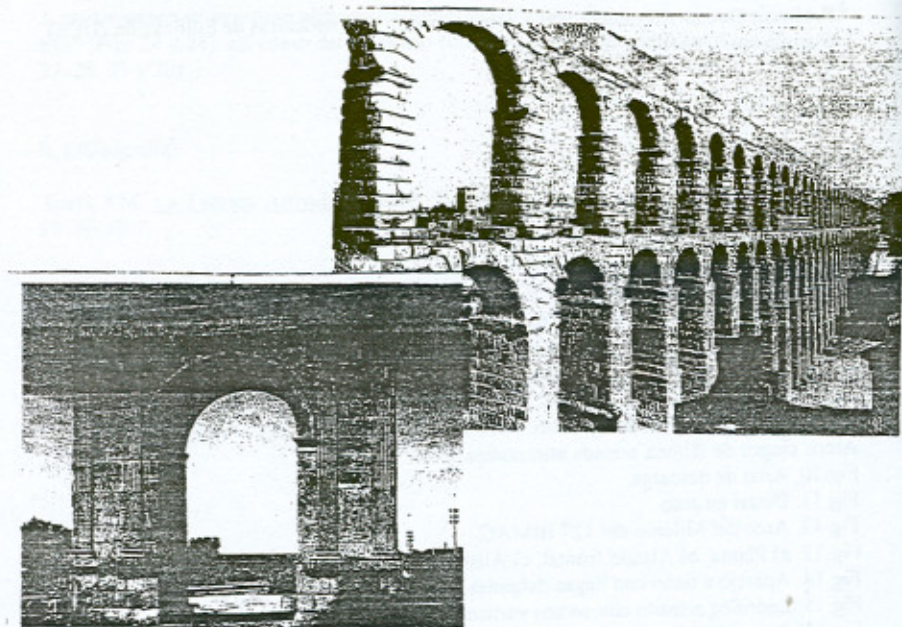
Fig.26. El Arco del Milenio, con el Palacio de Congresos de Madrid al fondo.

Fig.27. El Arco del Milenio, enmarcando el acceso peatonal entre jardines desde el Paseo de la Castellana, invitando a adentrarse a un congreso.

Fig.28. Vista lateral del Arco, inclinado 30° sobre el jardín.

Fig.29. El Arco del Milenio visto desde el Palacio de Congresos, recogiendo el espacio ajardinado que da al Paseo de la Castellana.

Fig.30. El Azca con la Torre Picasso envuelta con el ladrillo del Arco del Milenio.



MOORISH ARCH

SHOWING ALTERNATIVE METHODS OF STRIKING THE
VOUSSOIRS FOR THE LOWER PORTION OF THE ARCH.

Fig.1. Arco de Triunfo Romano.
Fig.3. Puente de Alcántara.

Fig.2. Acueducto de Segovia.
Fig.4. Arco de arquitectura árabe.

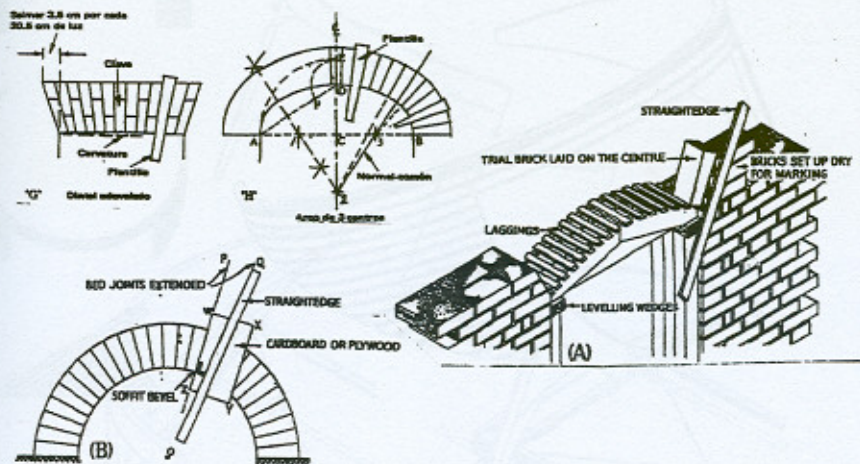


Fig.5. Organización técnica del Arco.
Fig.7. Arcos de formas contrapuestas.

Fig.9. Arco de Kahn en Bangladesh: Arco rebajado estirantado con hormigón armado.

Arcos ciegos de fábrica armada estirantados: Fig.10. Arco de descarga; Fig.11. Dintel en arco.

Fig.6. Proceso constructivo del Arco.
Fig.8. Cargas sobre arcos.

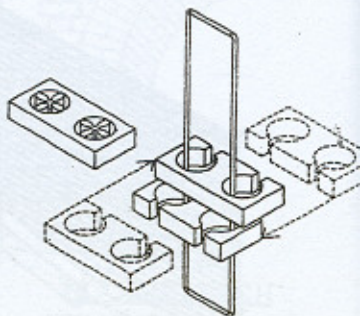
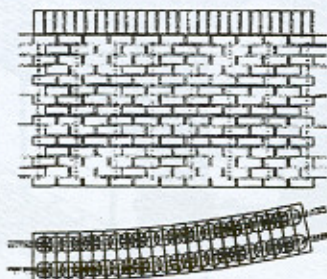
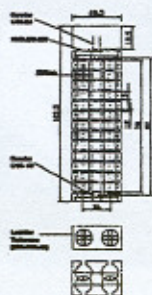
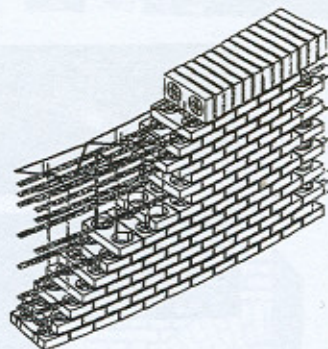
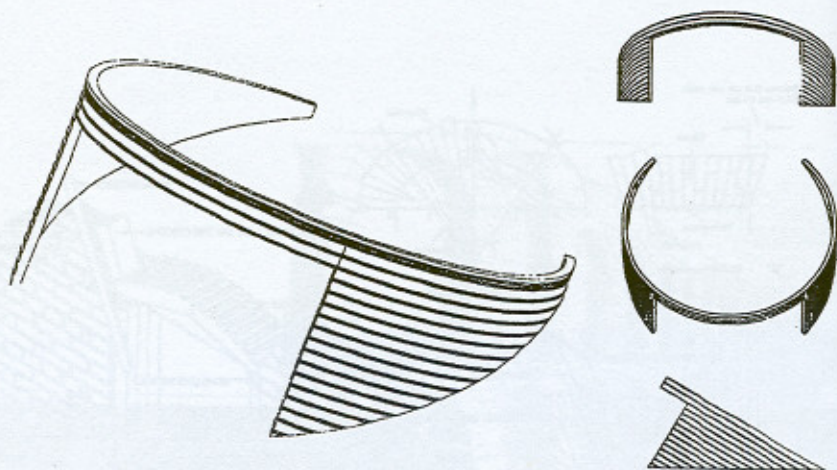


Fig. 12. Arco del Milenio del 12th IBMAC.

Fig. 13. a) Planta; b) Alzado frontal; c) Alzado lateral.

Fig. 14. Aparejo a tizón con ligas delgadas en el intradós. Fig. 15. Ladrillor armado con cercos verticales

Fig. 16. Armado portendeles con cerchas Murfor. Fig. 17. Arco armado con barras longitudinales y cercos

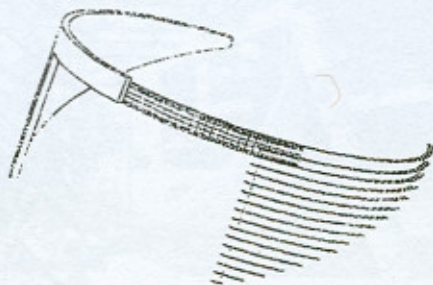
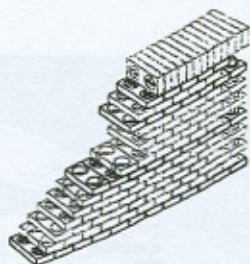
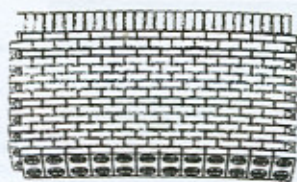
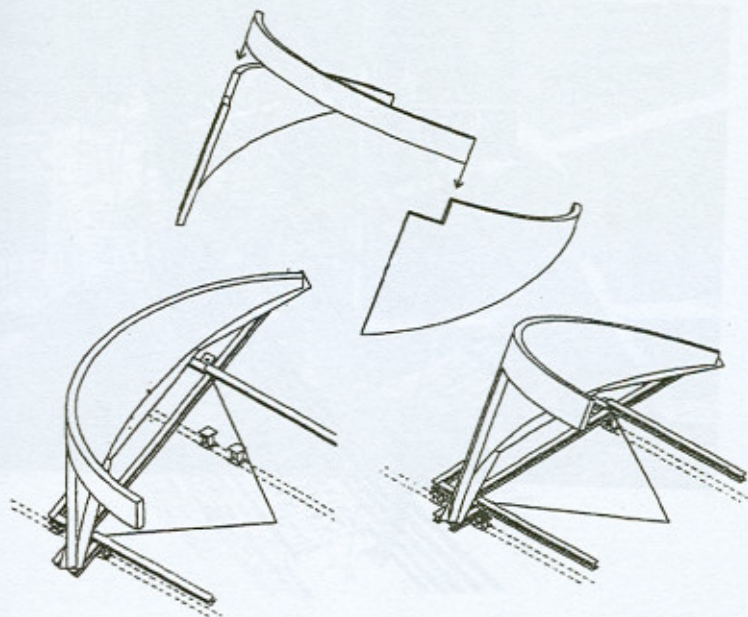


Fig.18. 1ª Opción prefabricada. Despiece en 3 partes.

Fig.19. 2ª Opción construcción horizontal "in situ": a) Posición en construcción; b) Posición final girada 30º

Fig.20. Arco del Milenio con Ladrillo visto por tabla.

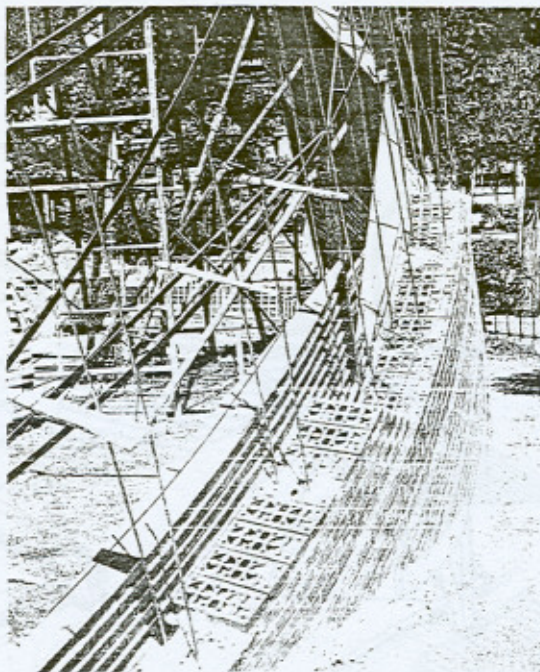
Fig.23. Ladrillo abierto de lado para meter cercos

Fig.21. Armado del Arco del Milenio.

Fig.22. Volumetría del Arco del Milenio: ladrillo y armado.

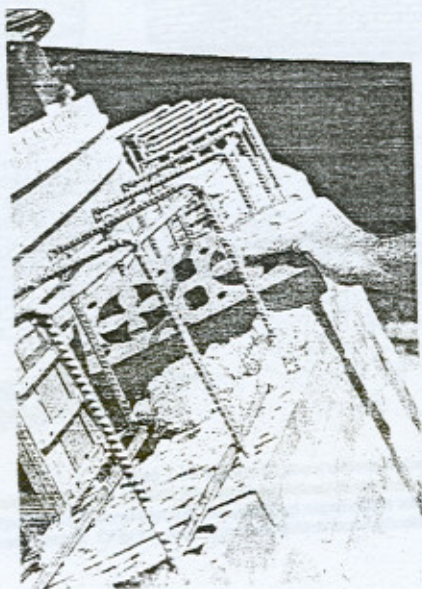
Arranque del es-
tribo sur del Arco
del Milenio, con
hiladas a 30° y el
ladrillo abierto
alojando el at-
rantedo vertical
enmorterado.

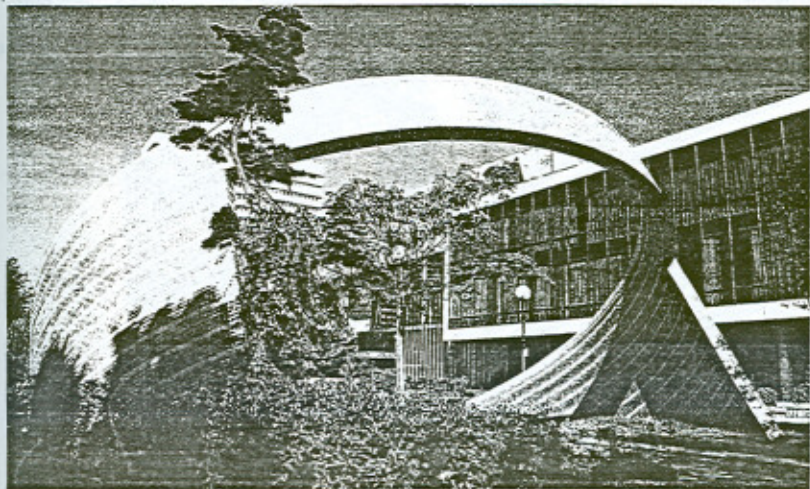
Fig 24



Sentado del
ladrillo en la
viga en
ménsula del
Arco del
Milenio.

Fig 25

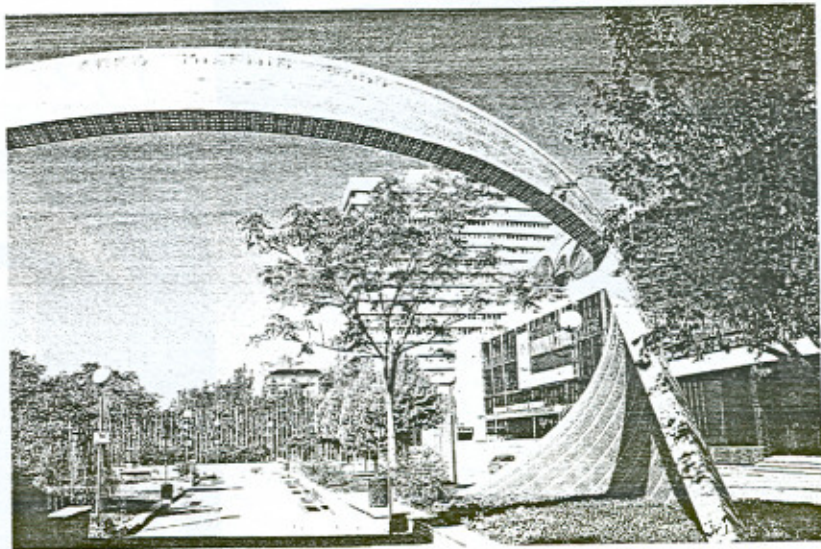


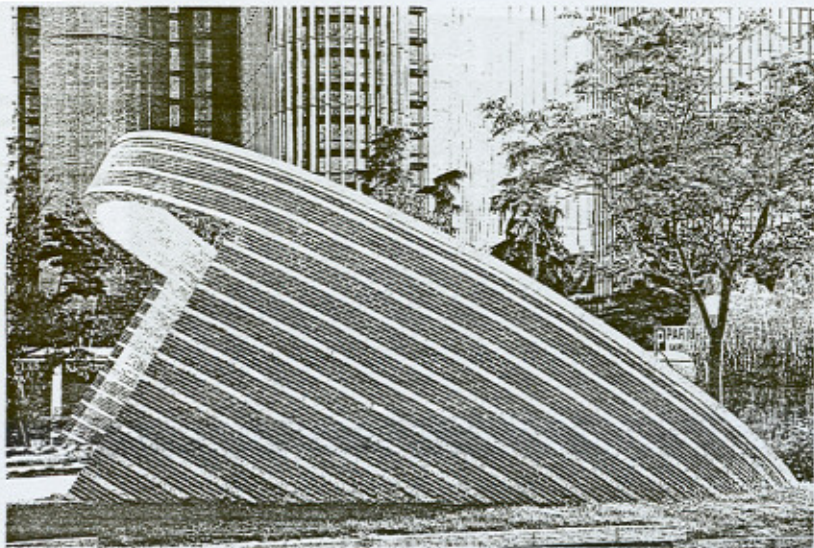


El Arco del Milenio, con el Palacio de Congresos de Madrid a la derecha.

Fij 26

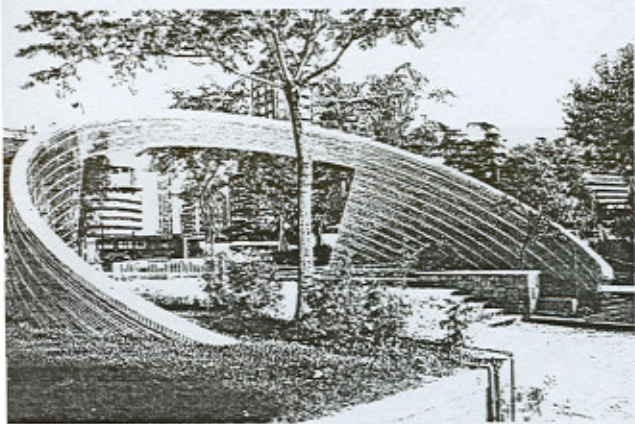
El Arco del Milenio, enmarcando el acceso peatonal entre jardines desde el Paseo de la Castellana, invitando a adentrarse a un congreso.





Vista lateral
del Arco,
inclinado
30° sobre el
jardín.

Fig 28



El Arco del Milenio, visto desde
el Palacio de Congresos,
recogiendo el espacio
ajardinado que da al Paseo
de la Castellana.

Fig 29

Fig 30



El Azca con la Torre Picasso envuelta con
ladrillo del Arco del Milenio.