

IX CONGRESO INTERNACIONAL
EXPRESIÓN GRÁFICA ARQUITECTÓNICA
RE-VISIÓN: ENFOQUES EN DOCENCIA E INVESTIGACIÓN

ICA 2002

A CORUÑA 25, 26, 27 Abril

Este libro de Actas recoge las comunicaciones presentadas en los diferentes grupos de trabajo del IX CONGRESO INTERNACIONAL DE EXPRESIÓN GRÁFICA ARQUITECTÓNICA, RE-VISIÓN: ENFOQUES EN DOCENCIA E INVESTIGACIÓN celebrado en A CORUÑA los días 25,26 y 27 de abril de 2002.

Está previsto editar un CD-ROM que recogerá los contenidos del presente libro de actas, aportaciones posteriores a la presente edición y aspectos relevantes del IX Congreso.

COMITÉ CIENTÍFICO:

1. Concepciones tradicionales de la docencia

Juan Manuel Franco Taboada. Universidad de A Coruña
Miguel García Lisón. Universidad Politécnica de Barcelona
Alfonso Jiménez Martín. Universidad de Sevilla
Joaquín Casado Vázquez. Universidad de Granada

2. Nuevas materias en los planes de estudio

Santiago Tarrío Carrodegua. Universidad de A Coruña
Plácido Lizancos Mora. Universidad de A Coruña
Ángela García Codoñer. Universidad de Valencia
Enrique Solana Suárez. Universidad de Las Palmas

3. Enfoques puntuales en la investigación

José Antonio Franco Taboada. Universidad de A Coruña
José Ventura Real. Universidad de A Coruña
Luis Villanueva Bartrina. Universidad de Barcelona
José M^a Gentil Baldrich. Universidad de Sevilla

4. Grupos de investigación

Antonio Amado Lorenzo. Universidad de A Coruña
Arturo Franco Taboada. Universidad de A Coruña
Javier Seguí de la Riva. Universidad Politécnica de Madrid
Ernesto Redondo Dominguez. Universidad de Barcelona

*Departamento de Representación y Teoría Arquitectónicas/Universidade da Coruña
Castro de Elviña, s/n. Edificio de Departamentos. Campus da Zapateira, A Coruña
Tel.: 981 167000 - Fax: 981 165071 - e-mail:ryta@udc.es*

Edita: Departamento de Representación y Teoría Arquitectónicas
Universidad de A Coruña

Coordinación de la edición: Inés Pernas Alonso

Maquetación: Gráficas Mera S.L.

Impresión: Gráficas Mera S.L.

Depósito Legal: C-836-02

ISBN:84-9749-019-3

RELOJ SOLAR ROMANO DE CÆSARAUGUSTA

JOSE M^a RAYA ROMÁN
E.T.S.ARQUITECTURA DE SEVILLA**Descripción de la pieza.**

El fragmento encontrado en el teatro romano de Cæsaraugusta es un poliedro de cinco caras, de las cuales dos son curvas, una cóncava y otra convexa, y las restantes sensiblemente planas. Las dimensiones máximas son 9,5 x 7,9 x 5,0 cm.

De estas cinco caras, cuatro han sido talladas y una, la cara convexa, es fractura. Las dos caras curvas son contiguas y están unidas por una arista. Las caras planas y la cóncava se unen en un vértice. Éste está truncado, y en la fractura se observa una incisión de un taladro de 0,5 cm. de diámetro.

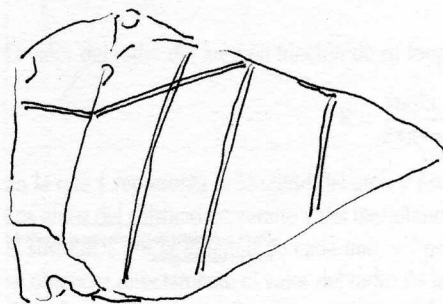


Figura 1. Único fragmento encontrado del reloj de Cæsaraugusta.

En dos de las caras talladas existen líneas grabadas. En la cara cóncava aparecen tres líneas sensiblemente paralelas y equidistantes, y una transversal que corta a las otras tres formando con ellas un ángulo de 45°. Esta línea se prolonga por una de las caras planas (figura 1). La cara cóncava y una de las caras planas se unen en una arista que es paralela a la línea transversal de la cara cóncava.

Atendiendo a su forma y a las líneas que aparecen talladas en dos de las caras de este fragmento, podemos afirmar que se trata de una parte de un reloj romano esférico del mismo

tipo que el reloj de Beroso citado por Vitruvio¹. Afirmación que a continuación fundamentaremos comparando el fragmento con el trazado de un reloj del mismo tipo.

Descripción de la esfera del reloj.

La cara cóncava del fragmento es una parte de la esfera del reloj. Las líneas paralelas que aparecen en esta cara son líneas horarias y dividen a dicha parte esférica en cuatro zonas correspondientes a las horas prima, segunda, tercia y cuarta.

La línea secante que aparece en esta misma cara es la de equinoccios. Esta línea se prolonga en la cara plana contigua del fragmento y esta cara, que es la cara superior del reloj, configura el horizonte del mismo. La arista, anteriormente descrita, formada por las dos caras cóncavas, es paralela a la línea de equinoccios y representa al solsticio de verano.

La muesca del taladro descrito anteriormente es perpendicular al horizonte y es posiblemente uno de los anclajes del gnomon.

¹ "El hemisclero excavado en un cuadrado cortado de modo que esté inclinado siguiendo la inclinación del eje del mundo, ...". Vitruvio. 9,VIII, y también el algunos autores el IX.

Modelo de trazado.

Los relojes romanos han sido trazados con el analema descrito por Vitruvio en el libro IX capítulo VII² para trazado de los relojes en superficies planas. E. Buchner, entre otros, estudia y aplica el analema para el trazado de los relojes planos³, y Jean Soubiran describe la adaptación del analema para el trazado de relojes en superficies curvas⁴, en la que el centro del analema coincide con el horizonte y con el centro de la esfera. En el caso de superficies esféricas, el trazado del reloj se basa en la intersección que se produce entre esta superficie y un cono de revolución de eje paralelo al eje de la tierra y directriz la circunferencia que describe el sol en los solsticios. La proyección de ambas superficies sobre el plano meridiano de la esfera se perfila como el analema de Vitruvio para el trazado de este tipo de relojes (Fig. 2).

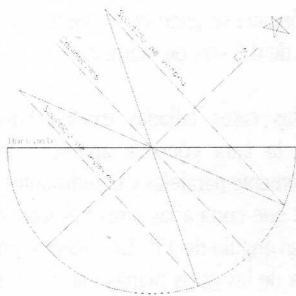


Figura 2. Analema de Vitruvio para el trazado de relojes esféricos según Soubiran.

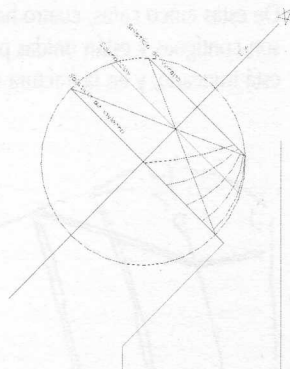


Figura 3. Analema de Vitruvio para el trazado del reloj de Cæsaraugusta.

En el fragmento del reloj de Cæsaraugusta que estamos estudiando se aprecia el comienzo del círculo de horizonte que se conforma como media circunferencia; por consiguiente, su trazado no se corresponde con el que propone Soubiran, que presupone para este círculo un arco de unos 247°. Teniendo en cuenta esta circunstancia, el trazado del reloj de Cæsaraugusta ha de ser como el del reloj de Beroso, en el que el horizonte abarca poco más de media circunferencia.

El reloj solar de Emérita Augusta (M. N. de Arte Romano de Mérida) coincide con la descripción que hace Vitruvio del reloj de Beroso y su trazado estudiado por el autor en Los Cuadrantes Solares en la Arquitectura⁵ (fig. 3), es el que usaremos como modelo para el estudio del reloj de Cæsaraugusta. En este trazado se aprecia como el centro del Analema no coincide con el centro de la esfera ni con el horizonte.

Análisis del reloj.

Uno de los datos de partida para el estudio de los relojes trazados en superficies curvas es la definición

² También, el VIII.

³ Edmund Buchner. Die Sonnenuhr des Augustus. Philipp Von Zabern. Mainz am Rhein, 1982

⁴ Jean Soubiran. Vitruve de l'Architecture, livre IX. pp 240 a 269. Les Belles Lettres. Paris, 1969

⁵ J. M. Raya. Los Cuadrantes Solares en la Arquitectura, p 149. Junta de Andalucía. Cádiz, 1988

de la superficie en la que están trazados. En este caso es difícil definir esta superficie mediante la medición de su curvatura, porque el tallado de la misma en el fragmento encontrado no es del todo perfecto y cualquier medición directa sobre ella nos llevaría a conclusiones erróneas.

En consecuencia, habrá que deducir el radio de curvatura de la esfera del reloj a partir de los arcos definidos por las líneas grabadas sobre ella. En el fragmento encontrado se puede medir la longitud de cuatro arcos. Comparando dichos arcos con sus homólogos del modelo de reloj de Emérita Augusta, se puede conocer sus amplitudes. A partir de estos valores, longitud y amplitud, para cada uno de dichos arcos se puede deducir el valor del radio de la esfera. Como valor más probable de dicho radio, se tomará el valor medio de las cuatro valores obtenidos.

El valor de los arcos medidos y su amplitud calculada están expresados en la tabla siguiente:

	Arco	Límites	Longitud	Amplitud
1	Horizonte	Equinoccio y Solsticio de verano	6,1 cm.	38,0°
2	Meridiano	Equinoccio y Solsticio de verano	4,3 cm.	26,4°
3	Solsticio de Verano	Hora prima	2,9 cm.	17,7°
4	Equinoccio	Hora prima	2,0 cm.	13,3°

El valor del radio del arco en función de su longitud y amplitud se obtiene de la expresión:

$$R = \frac{360^\circ \cdot L}{2 \cdot \pi \cdot \alpha} \quad (1)$$

en la que L representa la longitud del arco y α su valor angular.

Los arcos del solsticio de verano y del meridiano son círculos máximos de la esfera del reloj, por lo que al sustituir L por la longitud de cada uno, y α por sus correspondientes amplitudes en la expresión (1), se obtendrá directamente el valor del radio de la esfera correspondiente a cada una de las mediciones. Con el arco de solsticio de verano comprendido en la hora prima, se obtiene un valor para el radio de su circunferencia y, por consiguiente, para el radio de la esfera de:

$$R = 9,4 \text{ cm.}$$

Aplicando los valores medidos para el arco del círculo meridiano comprendido entre el círculo de equinoccios y el de solsticio de verano, se obtiene para ambos radios, círculo y esfera, el valor de:

$$R = 9,4 \text{ cm.}$$

El horizonte del reloj se ha situado en el modelo a 11,8° por encima del centro de la esfera, por lo que su radio con relación al radio de la esfera es 0,98 veces menor ($\cos 11,8 = 0,98$). Sustituyendo los valores del arco del horizonte, se obtiene para el radio del mismo el valor de 9,2 cm. Dividiendo esta cifra por 0,98 se obtiene para el radio de la esfera el valor de:

$$R = 9,4 \text{ cm.}$$

El círculo de equinoccios está, en el modelo elegido, a 26,4° por encima del centro de la esfera, por lo que su relación con el radio de la esfera es 0,89 veces menor. Operando como en el caso anterior se obtiene para el radio del círculo de equinoccios el valor de 8,62 cm., y para el valor del radio de la esfera:

$$R = 9,7 \text{ cm.}$$

Como se indicó más arriba, tomaremos la media de los cuatro valores obtenidos como valor más probable del radio de la esfera del reloj:

$$R = 9,5 \text{ cm.}$$

La coincidencia de estas cuatro medidas del radio de la esfera nos confirma, además del valor de su radio, que el reloj de Cæsaraugusta responde al modelo descrito por Vitruvio como reloj de Beroso, modelo al que también obedece el reloj de Emérita Augusta.

Latitud para la que fue construido.

Otra medida que se puede obtener directamente del fragmento es el ángulo que forma el horizonte con la línea de equinoccios. Como esta línea es la proyección del ecuador celeste, el ángulo que forma con el horizonte es el correspondiente a la latitud del lugar. El valor medido es de 45°, latitud que corresponde al norte de Italia (Torino 45° 2' N. 7° 43' E.) y sur de Francia (Bordeaux 44° 45' N. 0° 38' W.). Aunque este horizonte medido en el reloj no se corresponde con el del lugar donde fue encontrado, este instrumento pudo haberse construido para dar la hora en latitudes próximas a Zaragoza (41° 39' N. 0° 53' W.), ya que el concepto de tiempo para la época de la construcción del reloj no era tan preciso como el actual, ni los romanos le daban a su medición la importancia que le damos ahora.

Los testimonios de Plinio el Viejo (24-79 a.C.), que afirma que *"Durante mucho tiempo para el pueblo romano la luz del día no fue dividida adecuadamente."*, y de Marco Varrón (116- 27 a. C.), que cuenta cómo el primer reloj público que se instala en Roma fue traído de otras latitudes y colocado durante la primera guerra púnica (264 a.C.); y el hecho de que la duración de la hora romana no es una magnitud constante sino que depende de la latitud y de la fecha en la que se mida, nos confirman el concepto que tenían los romanos de la medición del tiempo. Incluso este primer reloj público que se instaló en Roma estuvo en uso noventa y nueve años, hasta que Quinto Marco Filipo le superpuso un reloj solar adecuado al horizonte de Roma.

Como ejemplo de relojes construidos para una determinada latitud y utilizados en otra diferente, citemos el reloj romano de Bælo Claudia, trazado para una latitud de 47° 30' correspondiente a ciudades como Nante (47° 17' N. 1° 34' W.) o Innsbruck (47° 12' N. 11° 20' E.) y encontrado en la provincia de Cádiz, en una latitud de 36° 8' N. Y en la actualidad, está en el M.A.N. (40° 25' N. 3° 33' W) situado sobre un basamento ligeramente inclinado y correctamente orientado de manera que marca exactamente la hora romana de Madrid.

Si analizamos detenidamente los trazados del reloj de Emérita Augusta y el de Cæsaraugusta observaremos que en ambos el centro del analema está por encima de su horizonte. La consecuencia inmediata de este hecho es que el reloj no señalará el comienzo de la hora prima hasta que el sol se haya elevado unos grados sobre el horizonte. En consecuencia, en los equinoccios, la hora prima no comenzará hasta que el sol se haya elevado 7,1°. Esto supone que, en esa fecha, el reloj marca unas horas que son un 8% más cortas que las verdaderas horas romanas.

No obstante, sea cual fuere el horizonte para el que se hubiese construido el reloj y el desfase del centro del analema con respecto a su horizonte, el final de la hora sexta (mediodía solar) se señala exactamente en cualquier latitud en la que éste se sitúe, siempre que el reloj esté correctamente orientado. En definitiva, señalar correctamente el mediodía solar es lo que realmente le interesaba al romano.

Conclusión.

El fragmento encontrado en Caesaraugusta corresponde a un reloj solar del mismo tipo que el de Beroso o el de Emérita Augusta, y con unas dimensiones parecidas al reloj solar del Museo Arqueológico de Osuna. Las dimensiones, en centímetros, aproximadas de este reloj son las que se muestran en la figura 4, en la que, también se ha señalado la posición del fragmento encontrado. Por sus dimensiones mas bien parece un reloj doméstico que un reloj público.

