

Hoy es siempre todavía.

Antonio Machado (1875-1939).

Equinoccio de Primavera

Día 21 de Marzo a las 00:07

El sol entra en Aries

Día 3-4 de Marzo eclipse total de Luna . ([Ver datos](#))

Día 19 de Marzo eclipse parcial de sol. ([Ver datos](#))

SUMARIO DE LA EDICIÓN DE MARZO 2007



Cuadrante bifilar de doble catenaria De Rafael Soler Gayà
Interesante y original propuesta que “riza el rizo” de los cuadrantes bifilares.

Taller de bricolaje: construcción de un reloj digital. De Francesc Clarà
Con su habitual facilidad para hacer fácil lo que parece complicado, el autor nos propone ideas y soluciones para la construcción de un reloj polar-digital.

Astrolabios (podemos entenderlos y construirlos) (II). De Carlos Alcalá
Segunda entrega sobre como perder el miedo a estos valiosos instrumentos. El autor nos adentra en el conocimiento de su construcción fácil y funcionamiento.

Cuadrantes solares en planos inclinados (I). De Joan Serra
De cómo entender los planos inclinados laterales.

Breve historia de un trabajador que disfruta en su trabajo. De Josep Mª Val
Afortunadamente no todos los grandes proyectos se quedan en un cajón. Bonita historia y bonito resultado.

Inventario de los relojes de sol en la diócesis de Vitoria (II). De Antonio Cañones
Pedro Novella Y Mª Josefa Urteaga son los autores de este excepcional documento que describe con todo lujo de detalles los relojes de sol de Vitoria. Segunda entrega.

Relojes de Pamplona (II). De Rafael Carrique
Segunda entrega de la descripción de 8 relojes de sol de Pamplona.

Fuente con cuadrantes solares en la Ciudadela de Pamplona. De Miguel A. Bretos
Espléndido documento que nos adentra en la historia de la Ciudadela de Pamplona y una fuente con relojes de sol.

Tabla y fórmula para la ecuación del Tiempo 2007. De José Hernández

Cuarto cósmico. De Rubén Hernández.
La imaginación, inspiración y el conocimiento han convertido una habitación en cuarto cósmico.

El nombre de la rosa. De Francisco Javier Albertos
Aspectos gnomónicos de la célebre obra de Humberto Ecco.

¿Política gnomónica?. De Miquel Dorca
Análisis de la situación gnomónica actual y elementos para suscitar un necesario debate.

Poema gnomónico. De Antonio Barceló
Una vez más nuestro poeta gnomónico particular nos deleita con un nuevo poema.



RELOJ DE SOL BIFILAR DE DOBLE CATENARIA

Por Rafael Soler Gayà

Antecedentes.-

A petición de GISA (GESTIÓ D'INFRAESTRUCTURES S. A.), empresa de la Generalitat de Catalunya, fue diseñado por quien suscribe- como consecuencia del compromiso de dicha empresa en virtud de una demanda formulada por la Asociación de Vecinos de Canyelles- un reloj bifilar de doble catenaria a ubicar en el Parque de Canyelles; se adjunta fotografía de maqueta y planos de dicho reloj cuya construcción debía ser llevada a cabo, en un lugar de la amplia explanada de este parque municipal, a cargo de la expresada empresa.

Por motivaciones que no viene al caso exponer, el Ayuntamiento de Barcelona desafortunadamente no autorizó a GISA esta construcción por lo que no se ha llevado a término la implantación de este reloj en el parque antedicho. Ahora bien, tratándose, acaso, del único reloj bifilar de este género estudiado hasta ahora en el mundo gnomónico y constituyendo, por otra parte, un genuino ejemplo de la aplicación del método general para el diseño de estos cuadrantes- recogido, en los respectivos idiomas, en publicaciones de España, Francia y EEUU y, últimamente, con las diversas puestas al día y correcciones, en la revista digital CARPE DIEM- ha parecido oportuno darlo a conocer a través de esta revista por su eventual utilidad como posible pauta de seguimiento del método en otros casos similares, con independencia de su orientación, inclinación y dimensiones.

Descripción.-

En el lugar que se designe y tras la preparación del terreno o suelo, de acuerdo con su naturaleza, se dispone la cimentación de hormigón de cuatro postes de chapa de acero inoxidable, de forma troncopiramidal, con sección en triángulo equilátero de 0,800 m de lado en la base y soldados a sus placas de sustentación sujetas, cada una con seis espárragos, al cimiento de hormigón; la cima de los postes se remata con bolas o elementos de sustentación de las cadenas; los centros de estos postes se encontrarán a 4,500 m del centro de un círculo de 11,25 m de diámetro y dispuestos hacia los cuatro puntos cardinales con el vértice del triángulo hacia el centro del círculo; la altura sobre la placa del reloj, entendida como centro de la bola o elemento de sustentación será de 3,410 m en los dos postes de la línea Norte-Sur y de 6,148 m en los dos de la línea Este-Oeste; con los correspondientes bordillos curvos de hormigón y núcleo de pedraplén hasta alcanzar el borde de las cimentaciones de los postes se conforma una plataforma horizontal formando una caja para recibir la losa o placa del reloj de sol.

Sobre esta plataforma horizontal, con losa de hormigón ligeramente armado para evitar la fisuración, de planta circular de diez metros de diámetro y a la que se accede mediante tres peldaños, se disponen las líneas horarias cada cuarto de hora y de declinación de los meses zodiacales (es decir las que dan la fecha del día de lectura o calendario) por medio de pletinas de acero inoxidable de 2 mm de espesor y 20 mm de anchura (dimensiones que pueden variar en función de las ofertas de las casas especializadas en la aplicación de los morteros decorativos de que más adelante se tratará); estas líneas quedan definidas por las coordenadas que se suministran en soporte informático; también de acero inoxidable y, conforme al plano, se disponen las letras y números de tipo comercial y tamaños y tipos que se indican, tanto en el cuadrante como en las leyendas, así como los emblemas y signos zodiacales recortados en chapa de acero inoxidable. El ajuste para que las pletinas, las letras y números, los signos y los emblemas queden al mismo nivel de enrase se realizará por medio de forros o bien cuñas de acero inoxidable, adheridos a la losa de hormigón, hasta dejar la caja delimitada por el tercer bordillo preparada para recibir los morteros de terminación.

Preparada así la caja, y fijados los cuatro postes a sus cimentaciones de modo que libren las alturas netas ya indicadas sobre el suelo final, se procederá a la colocación de las mezclas de morteros especializados con colores diferentes según las calles alternas de los meses zodiacales (seis calles, dos

colores) y un tercer color para el resto del campo del círculo no ocupado por las calles antedichas; estos colores se elegirán tras la presentación de muestras y serán de tonos que no absorban las sombras proyectadas en el campo del reloj. Los bordillos y caras vistas de hormigón se abujardarán; en el punto Sur del peldañado se interrumpirá este para dejar un plano inclinado rasante que reciba la placa o placas de acero inoxidable con las leyendas de instrucciones de lectura en catalán, castellano e inglés que se adjuntan.

Finalizarán los trabajos con la colocación de las dos cadenas de acero inoxidable, cuyo calibre mínimo será de 8 mm y largo mínimo de eslabón de 45 mm, si bien esta dimensión podrá aumentar en función de la prueba de colores y contrastes de sombra resultantes de la combinación; las cadenas se sustentarán exactamente a las alturas virtuales indicadas de manera que sobresalgan de la esfera o elemento de remate de los postes en el punto que corresponda a la catenaria, sin alterar su prolongación virtual hasta alcanzar el eje del poste a la altura ya señalada; el vértice de la catenaria Norte-Sur se hallará exactamente a 2,000 m sobre el suelo (plano del reloj) y el de la catenaria Este-Oeste a 1,500 m sobre dicho suelo.

Lectura.-

Se prevé la disposición de tres placas con las instrucciones de lectura y explicación de los números que aparecen sobre las siete líneas de declinación, correspondientes a los doce meses del año, para pasar de la hora leída de tiempo verdadero a la que marcan los relojes de pulsera.

COM LLEGIR

Mirau el punt a on l'ombra de les cadenes es tallen. Aquest punt dóna: a) en el feix de línies horàries l'hora vertadera local, i b) en el feix del calendari la data del dia de lectura estimat- tot seguint la direcció de la línia horària- entre les mes properes corresponents a les línies de canvi de més zodiacal; a damunt aquestes es troben les correccions a introduir, sumant o restant, per a convertir l'hora llegida en hora mitjana de Greenwich (la dels nostres rellotges de polsera sumant una o dues hores segons la estació per disposició del Govern).

COMO LEER

Obsérvese el punto donde se cortan las sombras de las dos cadenas. Este punto da: a) en el haz de líneas horarias la hora verdadera local, y b) en el haz del calendario la fecha del día de lectura estimado- siguiendo la dirección de la línea horaria- entre las más próximas correspondientes a las líneas de cambio de mes zodiacal; sobre estas se encuentran las correcciones a introducir, sumando o restando, para convertir la hora leída en hora media de Greenwich (la de nuestros relojes de pulsera sumando una o dos horas según la estación por disposición gubernativa).

HOW TO READ

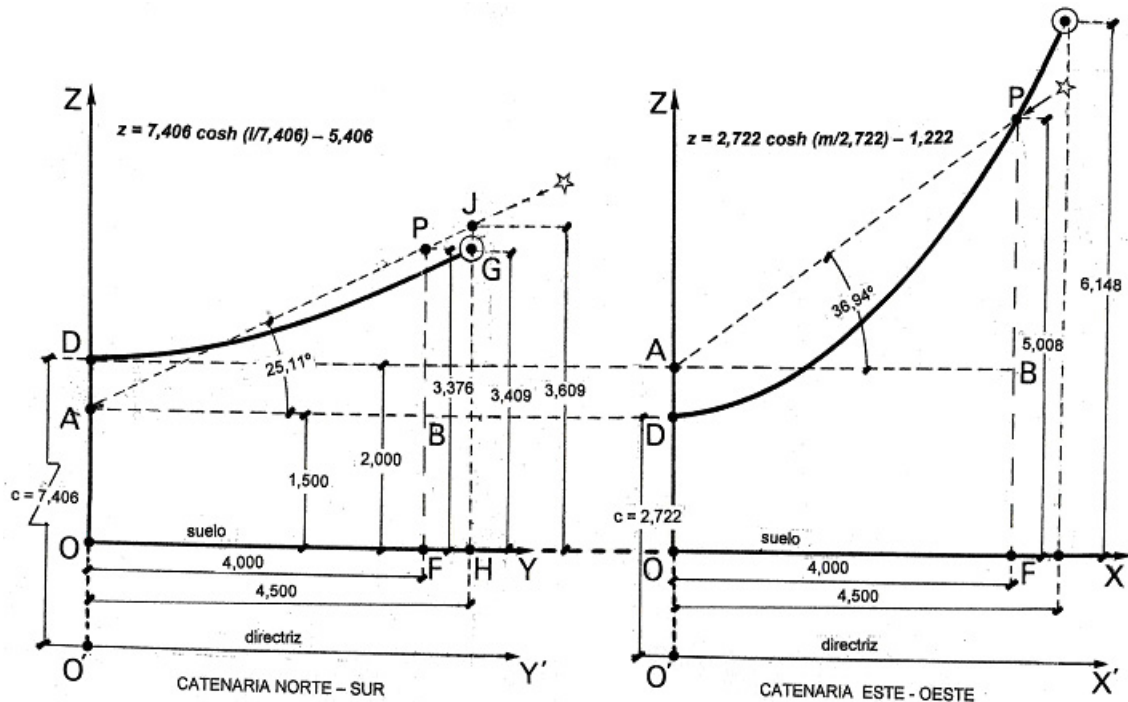
Look at the point where the chains shadows cut each other. This point gives: a) on the horary lines beam the hour in local true time, and b) on the calendar lines beam the date of the reading day estimated- following the horary line direction- between the nearest calendar lines corresponding to zodiacal months. On these are indicated the corrections to introduce, adding or resting, in every date, in order to convert the read time into Greenwich mean time (this of our wrist watches adding one or two hours according the season and Government rules).

Justificación y cálculo.-

Con este cuadrante se aplican “hilos” o curvas que se forman de un modo natural: por una parte la cadena que pende de dos postes iguales, simétricos respecto al eje Norte- Sur de su campo y situados a la misma altura, en un plano vertical orientado en dirección Este – Oeste, y, por otra parte, otra cadena que pende en un plano, situado perpendicularmente, también de dos postes dispuestos simétricamente sobre el plano horizontal del cuadrante equidistantes de su centro. Ambas curvas son las clásicas catenarias de ecuación conocida. La hora en tiempo verdadero y la fecha del momento de la lectura vienen determinadas por el punto de intersección de las sombras, sobre el cuadrante horizontal, de las dos catenarias

Se expone seguidamente su cálculo y diseño con el suficiente detalle para que pueda servir de ejemplo de aplicación del método para otros casos similares. Se aplicará, por una parte, el método general

descrito en la página 83 del libro del autor “Diseño y Construcción de Relojes de Sol y de Luna”(*)-cuyas notaciones (pág 17) se seguirán, haciendo referencia a las páginas con fórmulas utilizadas en Gnomónica, por más que, a buen seguro, son conocidas por el lector- y, por otra parte, el detalle del método, reproducido en el nº 6, edición de Septiembre 2006 de CARPE DIEM, recogiendo puestas al día y diversas correcciones contenidas en otras publicaciones anteriores.



Ecuaciones paramétricas de la catenaria Norte – Sur .-

Si l es la coordenada sobre el eje $O' Y'$, y parámetro de su ecuación, la ordenada de la catenaria viene determinada por el parámetro l y por la altura c de su vértice sobre el eje de su directriz (no confundir con los ejes de coordenadas del método general), a determinar en función de las condiciones constructivas, a saber: altura OD sobre el plano horizontal del cuadrante de su vértice y estiramiento de la cadena fijado por condiciones constructivas y como consecuencia de la amplitud del cuadrante.

Por razones de aprovechamiento idóneo del inmediato campo útil de líneas horarias y de declinación, por una parte, y de tener en cuenta eventuales acciones vandálicas, por otra, se han dispuesto: el vértice de la catenaria Norte-Sur a 2,00 metros sobre el suelo y el de la Este-Oeste a 1,50 metros (o sea con su vértice 0,5 m debajo de la Norte-Sur), y, los postes, próximos al borde del campo circular con el centro de su sección triangular a 4,50 m del centro del círculo del cuadrante y hacia sus puntos cardinales.

Sin perjuicio de que la solución a que se llegue admita un aumento/reducción de escala, ha sido adoptado, en principio, un radio de campo de cuadrante de 5,00 m con lo cual, disponiendo un punto de sustentación teórico separado 1,00 m hacia el interior del perímetro con la condición de adoptar la mínima altura necesaria para obtener sombra sobre la otra catenaria en el solsticio de invierno, se tendrá al mediodía de este día una altura solar PAB :

$$PAB^{\circ} = 90^{\circ} - \varphi + \alpha = 90^{\circ} - 41,44^{\circ} - 23,45^{\circ} = 25,11^{\circ} \text{ (pág109) con:}$$

$$PB = AB \operatorname{tg} PAB^{\circ} = 4 \operatorname{tg} 25,11^{\circ} = 1,876 \text{ m}$$

$$PF = PB + BF = 1,876 + 1,500 = 3,376 \text{ m}$$

Ahora bien, tanto para evitar la coincidencia de la rama de la catenaria con la dirección de los rayos solares, así como la proyección de la sombra de la bola de sustentación sobre el punto de lectura, se desplaza este punto P de sustentación de la catenaria al G con $l = 4,500 \text{ m}$ (máximo que permite el círculo

de 5,000 m de radio dejando sitio para las bases de los mástiles) y una cota de 3,409 m (resultante de bajar 0,200 m la cota de la línea AP en J al objeto de que la sombra de la bola de 0,150 m de radio no interfiera a la de la cadena) y siendo $O'D = c$ y $OD = 2,00$ m, por construcción, la ecuación de la catenaria con el parámetro l referida al eje OY, y no a su directriz O'Y', será:

$$z = c \cosh(l/c) - c + 2,00 \text{ que, para } l = 4,500, \text{ debe dar } z = 3,409$$

Resuelta así la ecuación $1,409 + c = c \cosh(4,500/c)$ por medio de una curva de error se halla $c = 7,406$ m y las ecuaciones paramétricas de la catenaria referidas a los ejes del triedro serán:

$$x = 0 \quad y = l \quad z = 7,406 \cosh(l/7,406) - 5,406 \text{ (en metros)}$$

y la altura teórica z del poste, para $l = 4,500$ m, $z = 3,409$ m.

Ecuaciones paramétricas de la catenaria Este-Oeste.-

De modo similar al expuesto para la catenaria anterior se determinará la altura $c = O'D$ sobre su directriz con la condición de que la altura del vértice sobre el suelo sea $OD = 1,500$ m y que al pasar el sol en el solsticio de verano por el plano de la catenaria su sombra corte a la de la otra catenaria; la altura del sol PAB en que tal evento sucede se produce a la hora ε (pág 42):

$$\cos \varepsilon = \operatorname{tg} 23,45^\circ / \operatorname{tg} 41,44^\circ = 0,4913 \quad \varepsilon = 60,57^\circ$$

$12 - 60,57/15 = 7,96$ h y entrando en la tabla de alturas para $\varphi = 41,5^\circ$ (sensiblemente igual a $41,44^\circ$) (pág 221):

$$o = 26,2 + 0,96(37,39 - 26,20) = 36,942^\circ = PAB^\circ$$

$$PB = AB \operatorname{tg} PAB = 4 \operatorname{tg} 36,942^\circ = 3,008 \text{ m y siendo:}$$

$$BF = AD + DO = 0,500 + 1,500 \quad PF = 3,008 + 2,00 = 5,008 \text{ m}$$

$O'D = c$, $AD = 0,500$ m, $OD = 1,500$ m, $AO = 2,000$ m, por construcción, la ecuación de la catenaria con el parámetro m referida al eje OX, y no a su directriz O'X', será:

$$z = c \cosh(m/c) - c + 1,500 \text{ que, para } m = 4 \text{ m debe dar } z = 5,008 \text{ m}$$

Resuelta así la ecuación:

$$3,5008 + c = c \cosh(4/c)$$

por medio de una curva de error se halla $c = 2,722$ m y las ecuaciones paramétricas de la catenaria referidas a los ejes del triedro serán:

$$x = m \quad y = 0 \quad z = 2,722 \cosh(m/2,722) - 1,222 \text{ (en metros)}$$

y la altura teórica z del poste, para $m = 4,000$ m, será: $z = 5,008$ m; ahora bien, para paliar el negativo efecto de la sombra del elemento de sustentación cuando el Sol está a Levante o a Poniente, se aleja 0,500 m sobre la catenaria, con $l = 4,500$ m $z = 6,148$ m, aún cuando no puede evitarse, al ser los postes verticales, que la cadena se encuentre en su sombra al pasar el sol por su plano, debiéndose leer el reloj a estima en este momento.

Ecuación del plano del cuadrante.-

Lo constituye el plano horizontal que pasa por el origen de coordenadas. Evidentemente su ecuación será pues: $z = 0$, y, si se siguen las notaciones del indicado método:

$$A = 0 \quad B = 0 \quad C = 1$$

adoptando las $x' = x$ y $y' = y$ sobre el plano del cuadrante.

Aplicación.-

Ya están los cálculos previos preparados para la aplicación del método según lo expresado. Dado que en este caso es, obviamente, $z = 0$, sin ser pues función de m o de l , no es operativa la introducción del valor de z - dado en función de l (o bien de su equivalente en m) por la expresión (9)- en las fórmulas (7) y (8) para formar el sistema (10).

Se procede pues a la formulación de las dos expresiones (10) del indicado método, resultando para la primera:

$$-z_0 m = x_0 (7,406 \cosh (l/7,406) - 2,722 \cosh (m/2,722) - 4,184$$

y para la segunda, en este caso:

$$l x_0 = m y_0 \quad l = -m (y_0 / x_0) \quad \text{y sustituyendo este valor de } l:$$

$$-z_0 m = x_0 (7,406 \cosh (-y_0 m / (x_0 7,406)) - 2,722 \cosh (m/2,722) - 4,184$$

que, resuelta mediante ordenador (**), permite hallar m y los valores de x y de y por las expresiones (8) de dicho método:

$$x = - (x_0 / z_0) (2,722 \cosh (m/2,722) - 1,222) + m$$

$$y = (y_0 / z_0) (2,722 \cosh (m/2,722) - 1,222)$$

resultando obviamente $z = 0$ sin necesidad de aplicar la expresión (9); dando valores a la declinación solar α correspondientes al cambio de cada mes zodiacal (pág 109), y a los ángulos horarios ε de los cuartos de hora ($3,75^\circ$), se obtienen así las curvas interesadas de calendario (valores de α) y de líneas horarias (valores de ε) que recoge la viñeta adjunta.

Correcciones de paso a tiempo medio.-

Las correcciones para pasar de tiempo verdadero a tiempo medio, que figuran en las líneas de declinación de cambio de cada mes zodiacal, resultan de considerar la longitud del lugar ($2^\circ 10' 2,7''E$) y la ecuación de tiempo (e.t.); la primera es fija y supone un adelanto de (pág 42):

$$2^\circ 10' 2,7'' = 2,167^\circ \quad 60(2,167^\circ/15^\circ) = 8,7'$$

y la corrección variable resulta de las tablas de las páginas 426 a 437 (o bien de la pág 107); se tienen pues para esta segunda corrección y para el conjunto de ambas (los valores positivos significan que el reloj de sol adelanta sobre el de tiempo medio y los negativos que retrasa) los minutos siguientes:

Declinación solar α	+ 23,45°	+ 20,17°	+ 11,33°	0,00°
Fecha: día/mes	22/6	21/5	20/4	
Corrección. (e.t./conj.)	-1,9'/6,8'	3,5'/12,2'	1,1'/9,8'	
Fecha: día/mes		23/7	23/8	23/9
Corrección. (e.t./conj.)		-6,4'/2,3'	-2,6'/6,1'	7,6'/16,3'
Declinación solar: α	- 23,45°	- 20,17°	- 11,33°	0,00°
Fecha: día/mes	22/12	22/11	23/10	
Corrección. (e.t./conj.)	1,4'/10,1'	13,8'/22,5'	15,7'/24,4'	
Fecha: día/mes		20/1	19/2	21/3
Corrección. (e.t./conj.)		-11,1'/-2,4'	-13,9'/-5,2'	-7,2'/1,5'

Líneas horarias a considerar.-

Los valores de ε a introducir son los correspondientes a los cuartos de hora (intervalos de $3,75^\circ$) en que se produce insolación, a saber:

$$\begin{array}{ccccccc} \varepsilon = & +108,75^\circ & +105,00^\circ & +101,25^\circ & \dots\dots\dots & +3,75^\circ & 0^\circ \\ & -108,75^\circ & -105,00^\circ & -101,25^\circ & \dots\dots\dots & -3,75^\circ & 0^\circ \end{array}$$

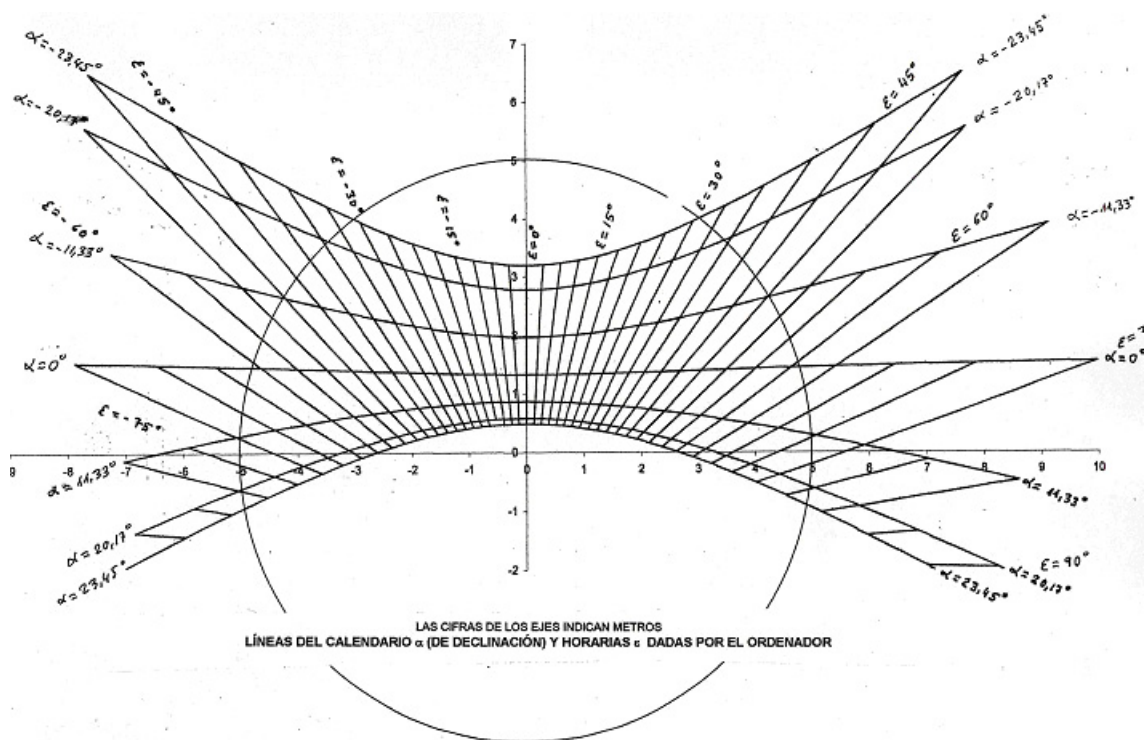
donde los valores extremos resultan de la hora del orto (u ocaso) en el solsticio de verano (pág 47), función de la latitud del lugar φ y de la declinación solar $\alpha = 23,45^\circ$:

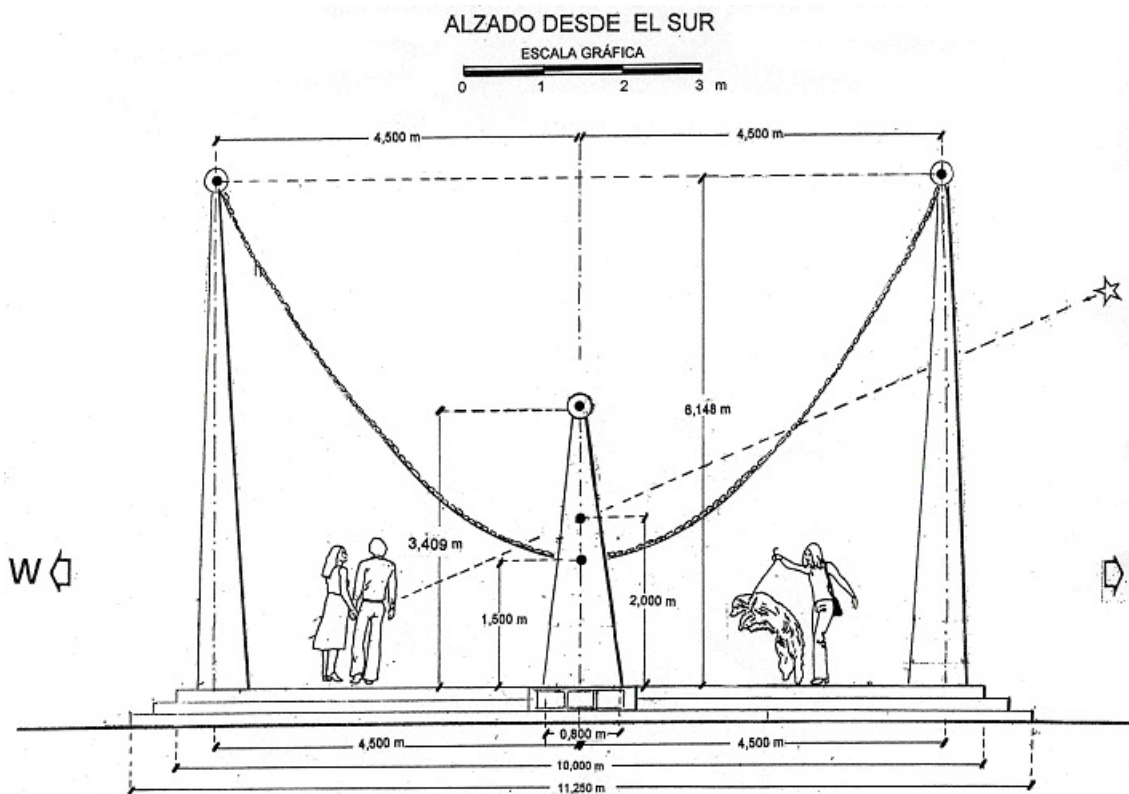
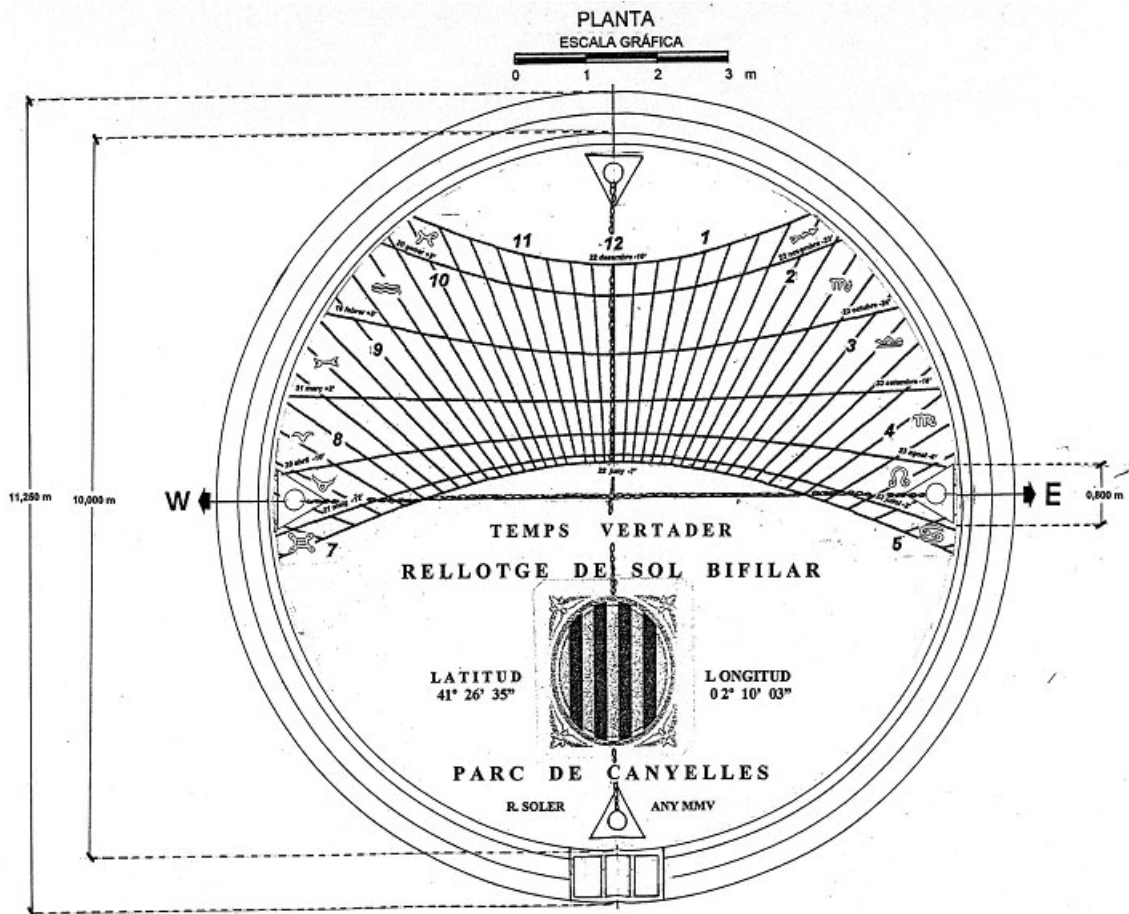
$$\cos \mu = \operatorname{tg} \alpha \operatorname{tg} \varphi = \operatorname{tg} 23,45^\circ \operatorname{tg} 41,44^\circ = 0,3829 \quad \mu = 67,48^\circ$$

$$\varepsilon = 180^\circ - 67,48^\circ = 112,52^\circ \quad \text{con el valor inmediato inferior de:}$$

$$\varepsilon = 108,75^\circ \quad \text{que se adopta como hora extrema de la tarde.}$$

La hora extrema de la mañana será pues $\varepsilon = -108,75^\circ$; ahora bien los dos valores son puramente teóricos por cuanto las limitaciones de espacio apenas permiten situar veintidós puntos de mañana o tarde sobre la plataforma en el solsticio de verano.

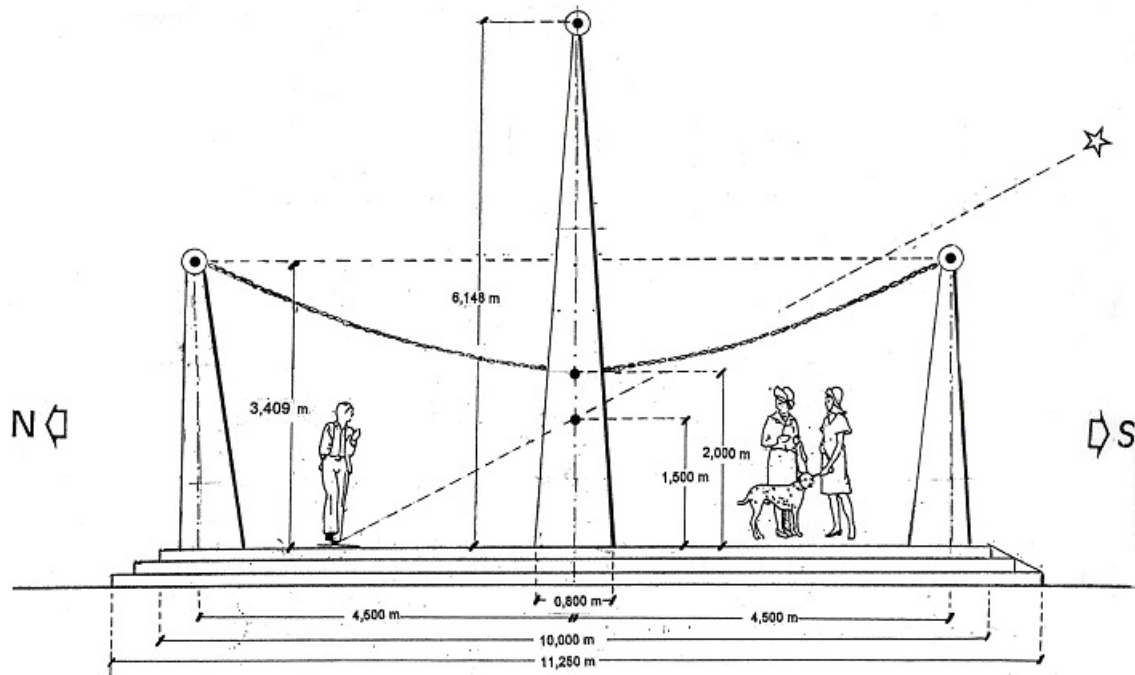




ALZADO DESDE EL OESTE

ESCALA GRÁFICA

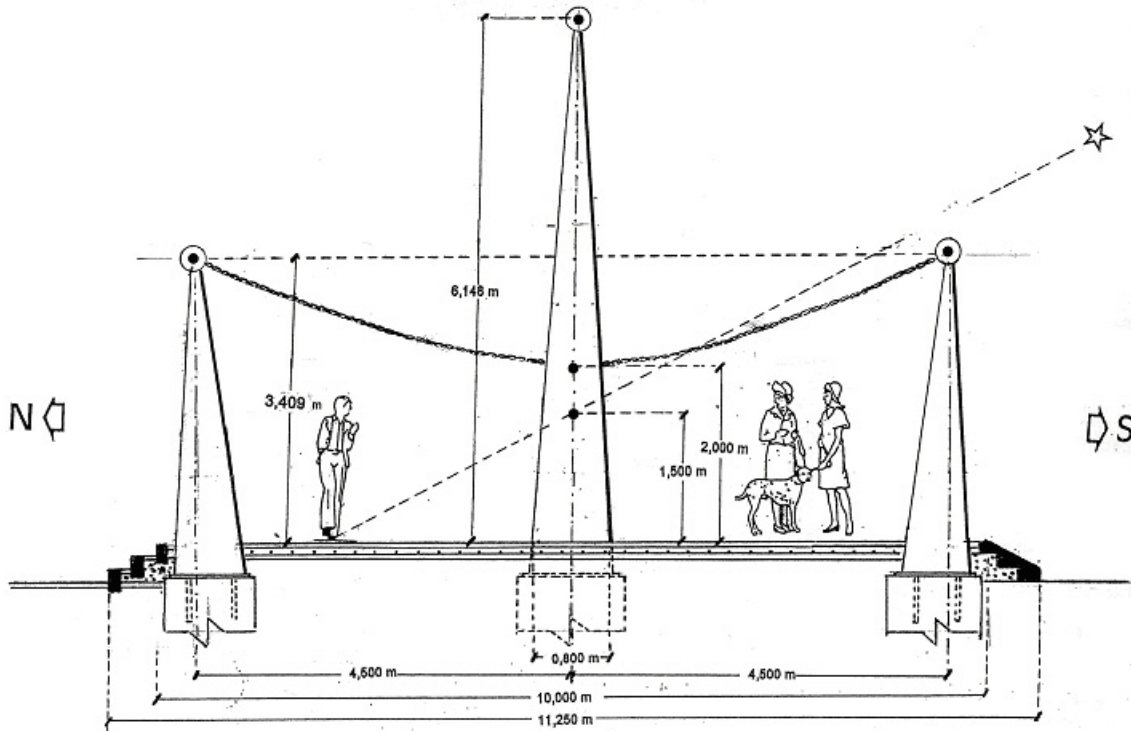
0 1 2 3 m

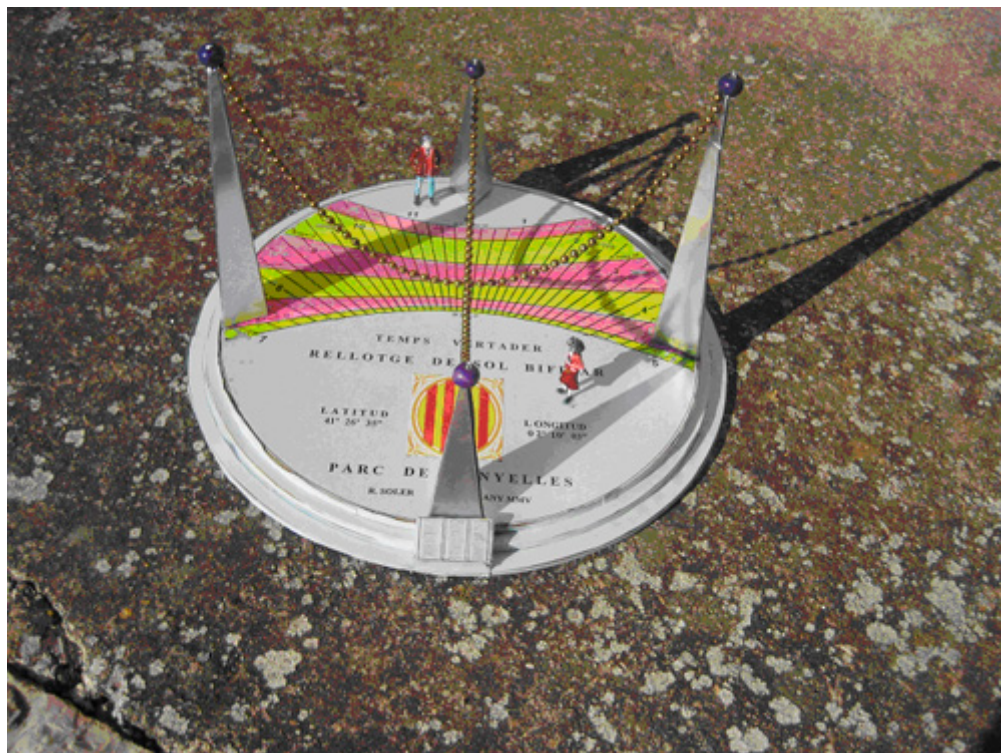
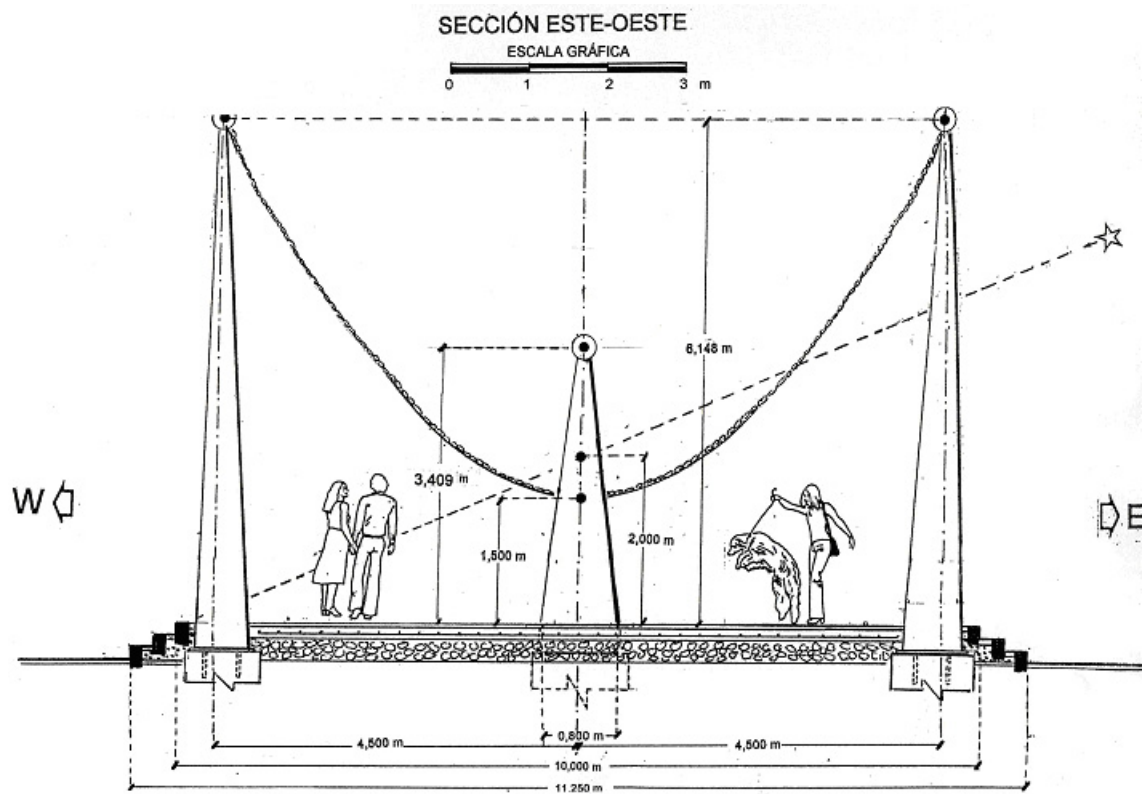


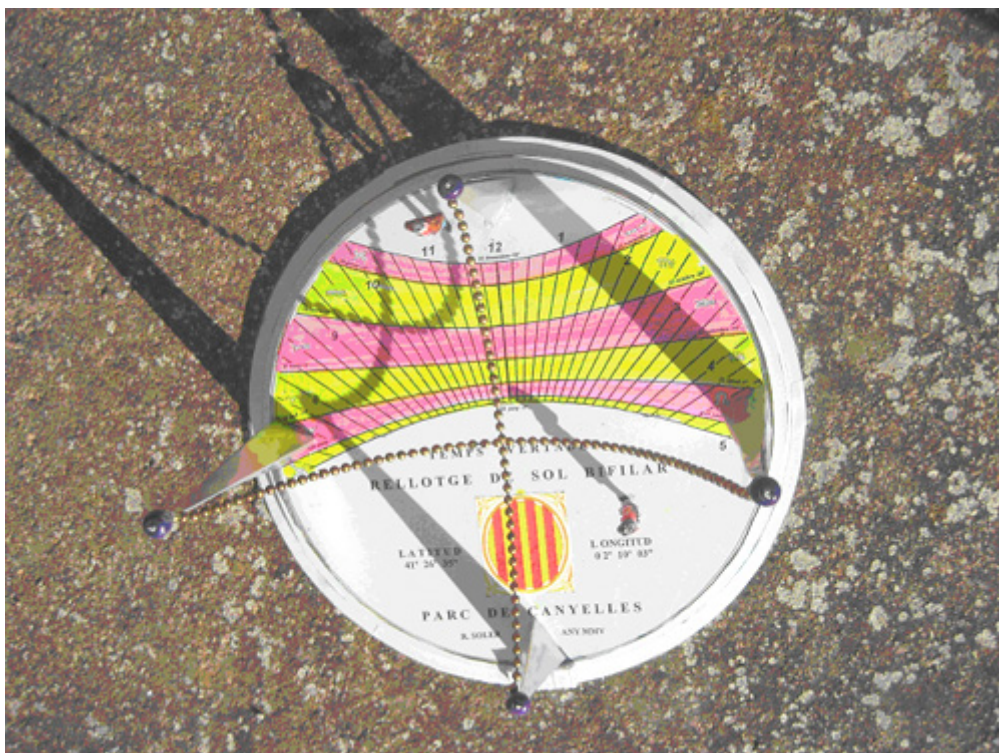
SECCIÓN NORTE-SUR

ESCALA GRÁFICA

0 1 2 3 m







Notas.-

(*) Editado por el Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos en su Colección de "Ciencias, Humanidades e Ingeniería" (nº 29). Servicio de Documentación y Biblioteca. C/ Almagro nº 42 28010 MADRID. Tel: 34 91 3081988 Fax: 34 91 3199556 E.mail: libreria@ciccp.es

(**) Para la resolución de esta ecuación en m ha sido aplicado informáticamente el "método de la secante" que se describe en los libros de Cálculo Numérico (véase, por ejemplo, "Lecciones Prácticas de Cálculo Numérico" – Félix García Merayo – 1995 - Editorial <Ciencia 3> C/ Comercio, 4 – 28007 Madrid Fax 91 501 5701).

Puede formularse cualquier consulta al autor solergaya@hotmail.com

© Rafael Soler Gayà, 2007

TALLER DE BRICOLAJE

RELOJ POLAR DIGITAL

Por Francesc Clarà

El original reloj de sol que comento en este artículo, no tiene líneas horarias y puestos a no tener, ni siquiera tiene gnomon. No obstante, pese a carecer de estos elementos, señala las horas correctamente.

Este es un modelo muy adecuado para ser colocado en parques o jardines públicos, ya que su sólida estructura y la ausencia de elementos delicados lo hacen muy resistente a los, por desgracia, frecuentes ataques vandálicos. (Figs. 1 y 2)



Figura 1



Figura 2

Como puede verse en las fotos, el reloj esta formado por una cinta de material rígido, de forma circular o semi-circular, que lleva troquelados los dígitos horarios cuya silueta es proyectada por el sol sobre una superficie plana. La coincidencia del dígito proyectado con una línea trazada en el centro de esta superficie, nos permite leer la hora.

Para que el reloj funcione correctamente, esta línea central debe coincidir con la meridiana y la superficie plana donde se proyectan las horas debe estar inclinada hacia el Norte con un ángulo igual a la latitud del lugar y en consecuencia será paralela al eje de giro de la Tierra.

(Esto es así en el hemisferio Norte, pero si el reloj estuviera situado en el hemisferio Sur, la superficie debería inclinarse hacia el Sur, precisamente para mantener este paralelaje con el eje de giro de la Tierra).

Por su forma y porque sus dígitos están radialmente dispuestos cada 15°, a primera vista puede parecernos que se trata de un reloj ecuatorial, pero una vez mas, este es otro ejemplo de la confusión que existe a la hora de tipificar según que clase de relojes.

En mi opinión, si hemos convenido en llamar horizontal a un reloj porque su superficie es horizontal y vertical a otro porque su superficie es vertical, debemos concluir que este es un reloj polar ya que la superficie donde se proyectan las horas está inclinada con un ángulo igual a la altura del polo del lugar donde está situado.

Cuando decidí construir un reloj de este tipo para mi colección de maquetas, pensé introducirle algunas modificaciones respecto a los modelos que había visto.

Primero sustituí la cinta opaca con los números troquelados por una cinta transparente con los números pintados en negro para lograr que las proyecciones de sus siluetas resaltaran al máximo sobre el blanco de la superficie que hace de pantalla.

Después, sin variar las alturas, disminuí proporcionalmente el ancho de cada uno los números de tal forma que en cualquier ángulo del sol, la proyección de sus siluetas sobre la superficie blanca central tuviera siempre el mismo ancho. (Fig. 3)

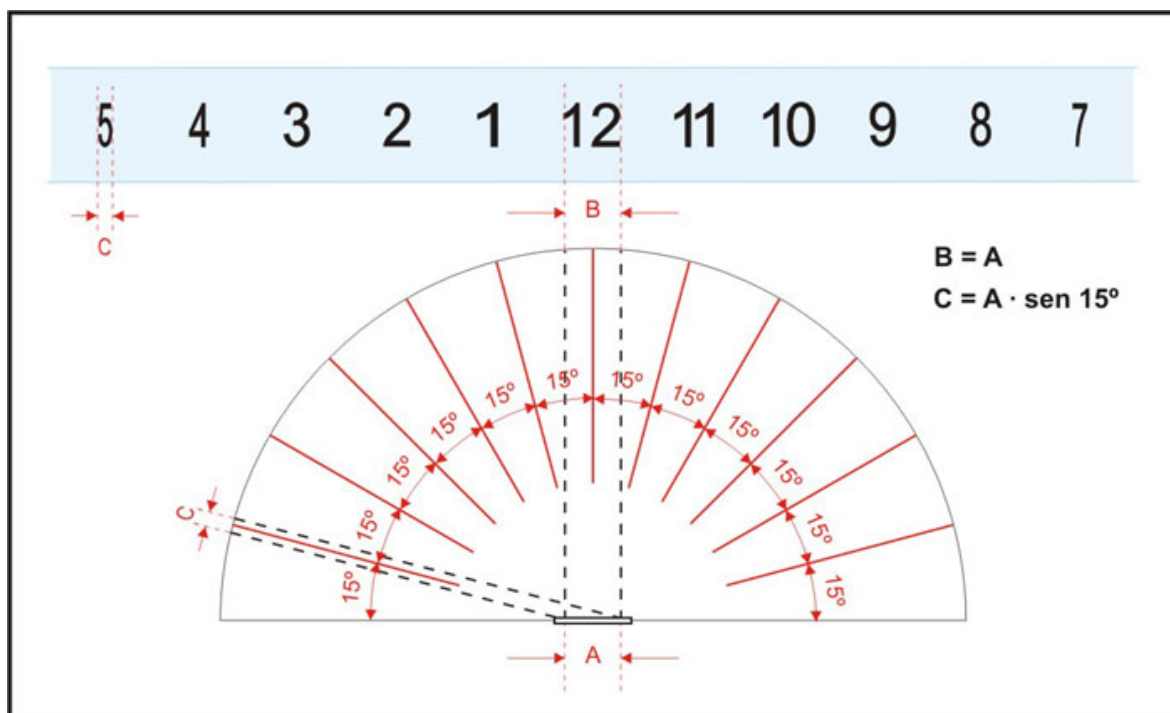


Figura 3

Finalmente reduje al mínimo el ancho de esta superficie blanca central para que, conforme iban transcurriendo las horas, solamente pudiera visualizarse la proyección de un único número cada vez y así evitar confusiones.

Materiales: Unos recortes de tablero DM de 20 milímetros de grueso, una tira de plástico flexible y transparente de unos 40 milímetros de ancho por 2 milímetros de grueso, un trozo de cartulina blanca, cola, pintura y algunos tornillos.

Herramientas: Una sierra y limas para madera, papel de lija, tijeras y un rotulador permanente.

Construcción: De un tablero DM, cortaremos las dos piezas que nos servirán de base y soporte del reloj. (Fig. 4)

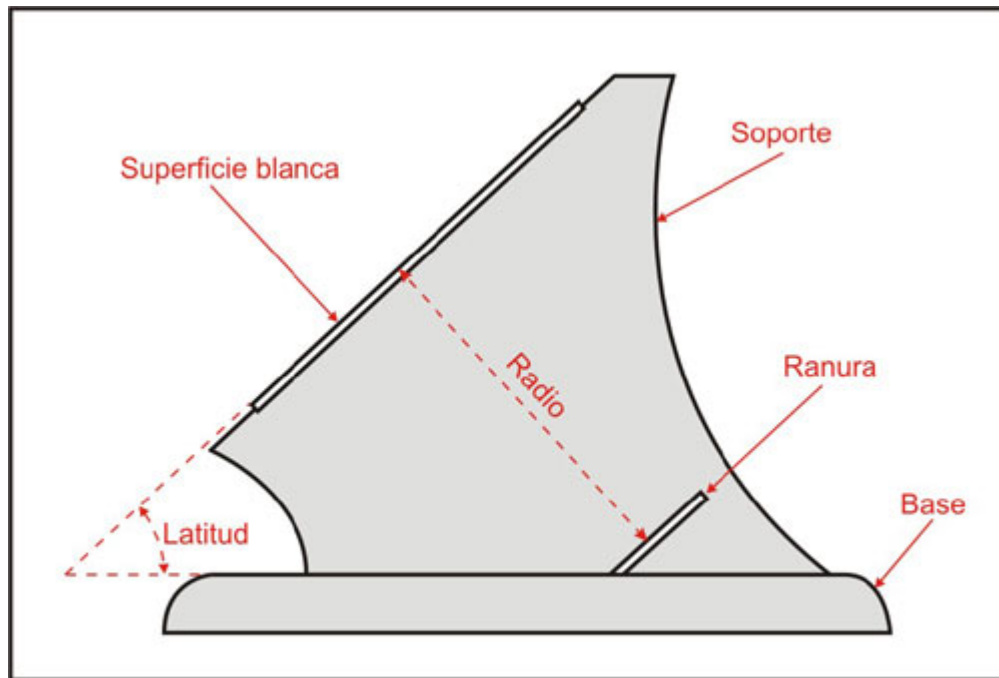


Figura 4

Para la base, yo corté una pieza redonda de 25 centímetros de diámetro, pero puede ser cuadrada, hexagonal, o de cualquier otra forma y su tamaño dependerá del tamaño que pensemos dar al reloj.

Tampoco tiene demasiada importancia el perfil del soporte, lo único imprescindible es que el borde donde después colocaremos la cartulina blanca forme con la horizontal un ángulo igual a la latitud del lugar.

Paralelo a este borde, y a una distancia prudencial, tallaremos una ranura de la medida adecuada para que después podamos introducir y fijar en ella los extremos de la tira de plástico una vez doblada.

Puliremos y pintaremos estas dos piezas, y las uniremos con un par de tornillos.

Cortaremos un trozo de cartulina blanca de forma rectangular cuyo ancho sea el adecuado para visualizar solamente la proyección de una sola hora y cuyo largo sea el suficiente para que estas proyecciones no se salgan por los extremos en las máximas declinaciones solares de los solsticios de invierno y verano. (Fig. 5)

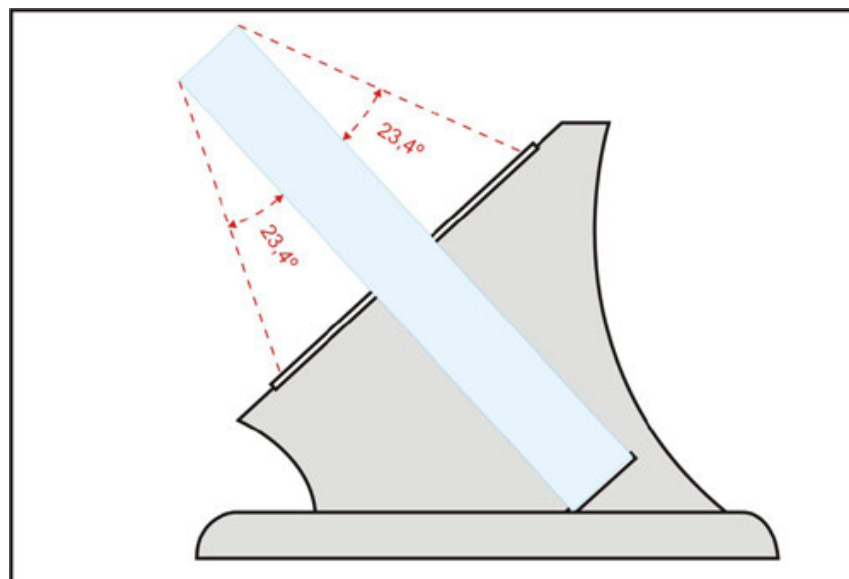


Figura 5

Encolaremos esta cartulina en el borde inclinado de la pieza soporte.

Finalmente cortaremos la tira de plástico transparente con el largo adecuado para que doblándola podamos formar un círculo cuyo radio sea igual a la distancia que hay desde el borde donde va la cartulina, hasta la ranura. (Ya sabéis, $\text{largo} = 2 \pi r$)

Pero antes de doblarla, deberemos situar los dígitos horarios en los lugares correspondientes.

Lo más práctico es dibujarlos primero sobre una tira de papel, del mismo largo y ancho que la tira de plástico, para que nos sirva de plantilla.

Exactamente a la mitad del largo de la tira, haremos una señal que corresponderá a las 12. A cada lado de este punto central marcaremos cinco señales más, separadas entre sí con una distancia igual a $1/24$ parte del largo total de la tira.

Estas señales corresponderán al centro de los dígitos horarios, que dibujaremos con las deformaciones que hemos explicado al hablar de la figura 3, situando a la derecha las horas de la mañana y a la izquierda las de la tarde.

(Una vez más quiero hacer observar que lo dicho en el párrafo anterior sobre la situación de las horas, es válido para el hemisferio Norte. En un reloj situado en el hemisferio Sur la situación de las horas sería exactamente la contraria)

A partir de esta plantilla de papel, tenemos varias opciones para trasladar los números a la tira de plástico:

1ª - Simplemente por transparencia, calcarlos sobre el plástico con un rotulador permanente.

2ª - Recortar los números del papel y pegarlos sobre el plástico en los lugares correspondientes.

3ª - Fotocopiar el dibujo de la plantilla sobre una hoja de acetato, recortarla y fijarla sobre la tira de plástico.

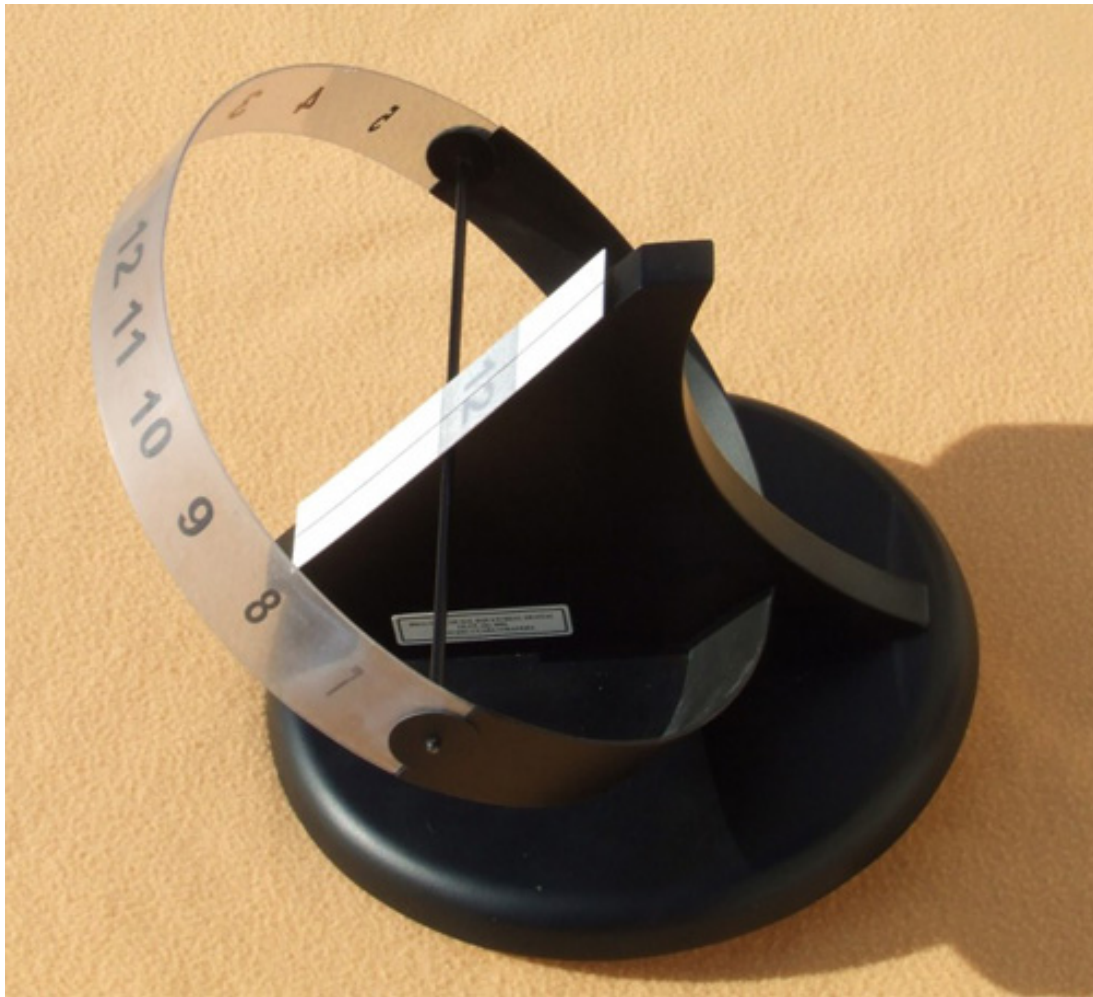
Yo dibujé la plantilla en el ordenador con el Corel Draw, lo que me permitió deformar el ancho de los números y situarlos a las distancias convenientes. Después imprimí el dibujo y lo fotocopí sobre una hoja de acetato transparente.

Una vez situados los números sobre la tira de plástico, la doblaremos con cuidado hasta formar un círculo y introduciremos sus dos extremos dentro la ranura practicada en el soporte, fijándola con unas gotas de cola en la posición correcta.

En las figuras 6 y 7 podéis ver la maqueta terminada, fotografiada de frente y de perfil.



Figura 6



Observareis que para dar más rigidez y estabilidad al círculo de plástico transparente, lo he reforzado encolando unas tiras de cartulina negra en su parte inferior y he colocando una varilla en su diámetro horizontal que, sin estorbar, evita la deformación del aro.

Pero esto ya dependerá del tamaño de la maqueta y de los materiales que hayamos utilizado.

© *Francesc Clarà, d'Olot. 2007*

ASTROLABIOS (PODEMOS ENTENDERLOS Y CONSTRUIRLOS) (II)

Carlos Alcalá Caldera

NOTA.- Este artículo es continuación del que apareció en la anterior edición de la revista. Consta de dos partes, la primera se dedica a exponer los cálculos empleados para confeccionar las plantillas que aparecieron y la segunda parte se refiere a los usos del astrolabio.

CÁLCULOS PARA LAS PLANTILLAS QUE APARECEN EN LA PRIMERA PARTE

Las plantillas se realizaron para una latitud de **40° Norte**, se ha tomado para radio del tímpano (el correspondiente a la proyección del círculo de capricornio) el valor $R_t = 57,5$ mm. Con estas premisas, obtenemos los siguientes cálculos, según las fórmulas del artículo anterior.

RADIO DE LA ESFERA CELESTE, $R = 37,7$ mm.

CIRCUNFERENCIA PROYECCIÓN DEL ECUADOR: Centro (0,0); Radio = 37,7 mm.

CIRCUNFERENCIA PROYECCIÓN DEL CÍRCULO DE CÁNCER: Centro (0,0); Radio = 24,7 mm.

PROYECCIÓN DEL CENIT: $Z'(0; 17,6)$.

PROYECCIÓN DE CADA **ALMICANTARAT**:

ALTURA DEL ALMICANTARAT	COORDENADAS (x, y) DEL CENTRO DEL CÍRCULO PROYECTADO (mm)	RADIO DEL CÍRCULO (mm)
-18°	(0 ; 86,5)	107,4
- 12°	(0 ; 66,4)	84,8
- 6 °	(0 ; 53,7)	69,6
0° (HORIZONTE)	(0 ; 44,9)	58,7
10°	(0 ; 35,4)	45,5
20°	(0 ; 29,4)	36,0
30°	(0 ; 25,3)	28,6
40°	(0 ; 22,5)	22,5
50°	(0 ; 20,5)	17,2
60°	(0 ; 19,2)	12,5
70°	(0 ; 18,2)	8,14
80°	(0 ; 17,7)	3,9

PROYECCIÓN DE LOS **VERTICALES**:

Acimut del vertical	Coordenadas (x_c ; y_c) del centro del círculo proyectado (mm)	Radio del círculo proyectado (mm)
10°	(279,1; - 31,7)	283,4
20°	(135,2 ; - 31,7)	143,9
30°	(85,3 ; - 31,7)	98,4
40°	(58,7 ; - 31,7)	76,5
50°	(41,3 ; - 31,7)	64,2
60°	(28,4 ; - 31,7)	56,9
70°	(17,9 ; - 31,7)	52,4
80°	(8,7 ; - 31,7)	50,0
90°	(0 ; - 31,7)	49,2
100°	(- 8,7 ; - 31,7)	50,0

110°	(- 17,9 ; - 31,7)	52,4
120°	(- 28,4 ; - 31,7)	56,9
130°	(- 41,3 ; - 31,7)	64,2
140°	(- 58,7 ; - 31,7)	76,5
150°	(- 85,3 ; - 31,7)	98,4
160°	(- 135,2 ; - 31,7)	143,9
170°	(- 279,1 ; - 31,7)	283,4

PROYECCIÓN DE LAS LÍNEAS DE HORAS DESIGUALES:

Valor de ω	Coordenadas del centro (mm)	Radio (mm)
15°	(219,0 ; 44,9)	300,6
30°	(101,6 ; 44,9)	155,6
45°	(58,7 ; 44,9)	110,0
60°	(33,9 ; 44,9)	89,8
75°	(15,7 ; 44,9)	80,5
90°	(0 ; 44,9)	77,8

PROYECCIÓN DE LA ECLÍPTICA:

COORDENADAS DEL CENTRO : (0 ;16,4). Radio = 41,1 mm.

DIVISIÓN DE LA ECLÍPTICA EN LOS CAMPOS ZODIACALES DESDE EL CENTRO DEL ASTROLABIO:

Se llevan los ángulos de ascensión recta con centro en el punto O (0,0) y contados en sentido sinistrórsum desde el punto Aries (comienzo del mismo signo).

Signo zodiacal	Ángulo de eclíptica	Ascensión recta
Aries	0°	0°
Tauro	30°	27,9°
Géminis	60°	57,8°
Cáncer	90°	90°
Leo	120°	122,2
Virgo	150°	152,1°
Libra	180°	180°
Escorpio	210°	207,9°
Sagitario	240°	237,8°
Capricornio	270°	270°
Acuario	300°	302,2
Piscis	330°	332,1°

PROYECCIÓN DE LAS ESTRELLAS:

Se llevan por la distancia OE' desde el centro del astrolabio y su ángulo de ascensión recta (pasado a grados sexagesimales). Para las estrellas más brillantes, de declinaciones superiores a -23,45°, aparecen los datos en la tabla siguiente.

Estrella	Magnitud	Ascensión recta	Declinación	OE' (mm)
Sirio	- 1,46	6 h 45 min 8,9 s	- 16° 42' 58"	50,7
Arturo	- 0,04	14 h 15 min 39 s	19° 10' 57"	26,8
Vega	0,03	18 h 36 min 56,2 s	38° 47' 1"	18,1
Capella	0,08	5 h 16 min 41,3 s	45° 59' 53"	15,2
Rigel	0,12	5 h 14 min 32,2 s	- 8° 12' 6"	43,5
Procyon	0,38	7 h 39 min 18,1 s	5° 13' 30"	34,4
Betelgeuse	0,50	5 h 55min 10,3 s	7° 24' 25"	33,1

Altair	0,77	19 h 50 min 46,9 s	8° 52' 36"	32,3
Aldebarán	0,85	4 h 35 min 55,2 s	16° 30' 33"	28,1
Spica	0,98	13 h 25min 11,5 s	- 11° 9' 41"	45,8
Antares	0,96	16 h 29 min 24,4 s	-26° 25' 25"	60,8
Pollux	1,14	7 h 45 min 18,9 s	28° 1' 34"	22,6
Deneb	1,25	20 h 41 min 25,8 s	45° 16' 49"	15,5
Régulo	1,35	10 h 28 min 22,2 s	11° 58' 2"	30,5
Adhara	1,50	6 h 58 min 37,5 s	- 28° 58' 20"	64,1
Bellatrix	1,64	5 h 25 min 7,8 s	6 ° 2' 59"	33,7
Alioth	1,77	12 h 54 min 1,7 s	55° 57' 55"	11,5
Dubhe	1,79	11 h 3 min 43,6 s	61° 45' 3"	9,5
Benetnasch	1,86	13 h 47 min 32,3 s	49° 18' 48"	13,9
Menkalinam	1,90	5 h 59 min 31,7 s	44° 56' 51"	15,6

DORSO DE LA MADRE

CÍRCULO GRADUADO

El círculo más externo suele estar dividido en grados para obtener la altura de algún cuerpo celeste o relieve sobre el terreno. Bastará con alinear el objeto con la *alidada* y ver el punto de corte de ésta con el círculo. Clásicamente se encuentra dividido en cuatro cuadrantes marcados de 0° a 90° desde la horizontal, no es normal dividirlo en los 360°, dado que su utilidad es medir ángulos de altura sobre el horizonte.

CÍRCULO DE DIVISIÓN DE LA ECLÍPTICA EN LOS DOCE CAMPOS ZODIACALES.

Como se indicará posteriormente al hablar de los usos, es corriente encontrar el círculo dividido en doce partes. Aunque no es necesario un origen determinado, sí suele comenzar colocando el inicio de *Aries* correspondiendo con el horizonte, con lo que cada 30° a partir de este punto se irán colocando los sucesivos signos en orden *sinistrósum* (que tampoco es imprescindible). Este círculo se usa en combinación con el de fechas, obteniéndose la posición del Sol en la eclíptica para cada día del calendario.

CÍRCULO DE FECHAS

Más bien, debería ser una elipse en la que se distribuyeran los días del año. Si se transforma en una circunferencia, las divisiones del año en días no puede ser uniforme, hay que tener en cuenta que la velocidad de traslación de la Tierra alrededor del Sol no es constante durante el giro, debiéndose cumplir la segunda ley de *Kepler*, que indica que la *velocidad areolar* es la que se mantiene constante, barriéndose áreas iguales en tiempos iguales. Por lo que la velocidad de traslación será menor cuando la Tierra se encuentre más alejada del Sol. Así, aunque cada signo zodiacal tiene una amplitud de 30°, el Sol no recorre cada signo en el mismo tiempo. En el perihelio, la Tierra se encuentra en el punto más cercano al Sol y éste se sitúa en el signo de Acuario, mientras que en el afelio se encuentra en Cáncer, por lo que los 30° de amplitud de este signo los recorre en un tiempo máximo y la amplitud de Acuario en tiempo mínimo. Además, por si fuera poco, el Sol no se encuentra en la misma posición de la *eclíptica* en determinada fecha de distintos años; los bisiestos, con un día más, hace que la división sea diferente. Por todo ello, se suele hacer una media de la posición del Sol en la *eclíptica* durante un periodo de años múltiplo de cuatro, para incluir los bisiestos en su justa proporción. Y cada mes se reparte en el número de días que le corresponde, dividiendo la franja que le atañe entre el número de días del mes.

La *precesión* de los equinoccios acaba de complicarlo definitivamente. Por lo que el astrolabio no es de uso eterno. Su precisión va disminuyendo a medida que nos alejemos de su fecha de construcción. Para nuestro consuelo, algunos de estos efectos son casi imperceptibles en periodos de tiempo relativamente largos.

Resumiendo, la fecha del año en la que se inicia cada signo zodiacal se hace corresponder con la situación que ocupa en el círculo de la *eclíptica* el correspondiente signo. Por ejemplo, el 21 de Marzo corresponderá radialmente con el comienzo de *Aries* en el círculo representativo de la *eclíptica*. Y así todas las demás.

Luego, se divide el arco que corresponde a cada mes en partes proporcionales a los días que contiene. A veces, la división no es diaria, puede venir dada en semanas, cada cinco, o cada tres días.

RECTÁNGULO DE LA “VMBRA RECTA Y VMBRA VERSA”.

Se usaba para calcular la altura de algún objeto por la sombra que proyectaba; de ahí su nombre.

Su empleo se fundamenta en la aplicación del teorema de Tales para triángulos semejantes. No es más que una escala de tangentes expresada a la antigua usanza.

Consiste en trazar un cuadrado y dividir cada lado en las partes que se quieran, (**N partes**) todas de la misma amplitud. Un vértice superior del cuadrado se hace corresponder con el centro del astrolabio.

Aunque luego hablaremos de su versatilidad, originalmente se medía la sombra que proyectaba un objeto, como un edificio, podía ser en pasos, metros... Desde el extremo de la sombra se apuntaba la *alidada* hacia el extremo superior del cuerpo cuya altura se deseaba medir y se observaba la división en la que cortaba al lado horizontal (**Ni**); de donde se deducía que la sombra era, respecto a la altura total, la fracción correspondiente que indicaba la división cortada por la alidada y el número de divisiones totales

del lado. Es decir,
$$\frac{\text{longitud de la sombra}}{\text{altura del objeto}} = \frac{Ni}{N}$$

Si la alidada cortase al lado vertical (*vmbra versa*) en la división **Ni**, entonces la altura del objeto sería la fracción **Ni/N** de la longitud de la sombra.

USOS DEL ASTROLABIO

Haremos una selección de los más importantes:

1. MEDIDA DE LA ALTURA DE UN CUERPO CELESTE SOBRE EL HORIZONTE.

Entiéndase como altura el ángulo del cuerpo sobre el horizonte.

Se suspende el astrolabio verticalmente por la argolla y se alinea la alidada con el cuerpo en cuestión, midiéndose la altura por el corte de ésta con el círculo graduado.

¡Observación importante!: hay que insistir en el peligro de observar el Sol directamente. Para evitar el problema, la alineación suele hacerse proyectando la sombra de la pínula de la alidada, del mismo modo que en otros instrumentos.

2. CONOCER EL ACIMUT DE UNA ESTRELLA EN UN MOMENTO DADO.

Comenzamos midiendo la altura de la estrella, según la referencia anterior. Luego se pasa al anverso del astrolabio y el punto que la representa se sitúa sobre el almicantarát que corresponde a la altura observada, cuidando de colocarlo en el lado oriental u occidental del círculo, según corresponda a su posición en el firmamento. Así podemos obtener el círculo de acimut que ocupa; o en su caso, se interpola entre dos de los trazados.

El resto de estrellas quedarán ubicadas en el lugar que les corresponde.

3. CONOCER LA DECLINACIÓN DE LAS ESTRELLAS.

Basándonos en la medida del apartado 2, y sin mover la red, podemos llevar la regla graduada en declinaciones hasta alinearla con cualquier estrella y medir la declinación que marca la regla

4. OBTENER LA POSICIÓN DEL SOL EN LA ECLÍPTICA EN CUALQUIER FECHA.

Observando el dorso del astrolabio, se lleva la alidada hasta alinearla con la fecha que nos interese, el corte con el círculo representativo de la eclíptica nos dará la posición buscada.

5. HORA DEL ORTO Y EL OCASO DEL SOL EN UNA FECHA DETERMINADA.

Se actúa como en el caso 4. Una vez obtenida la posición del Sol en la eclíptica, vamos al anverso del astrolabio y giramos la araña hasta que el punto de la eclíptica en el que se encuentra el Sol se sitúe en la línea del horizonte oriental. Luego se alinea la regla con el punto en cuestión, su corte con el limbo externo de la madre nos dará la hora solar en la que se produce el orto. Para hallar el ocaso, la operación es similar, con la única diferencia de que el punto de la eclíptica que ocupa el Sol en esa fecha se alinea con la curva del horizonte en su parte occidental.

6. OBTENCIÓN DEL ACIMUT DEL ORTO Y OCASO DEL SOL PARA UNA FECHA DETERMINADA.

En primer lugar, según el procedimiento 4, determinamos la posición del Sol en la eclíptica para la fecha elegida, luego vamos al anverso y giramos toda la araña hasta que esa posición del Sol se sitúe sobre la línea del horizonte, bien al este o al oeste, orto u ocaso. El círculo de acimut que pase por ese punto nos indica dicha medida.

7. DURACIÓN DE LAS HORAS DE LUZ EN UNA FECHA CUALQUIERA.

Se calculan las horas del orto y ocaso del Sol, como se indica en el apartado 5, la diferencia entre ambas nos marca las horas de insolación para esa fecha.

8. ALTURA MÁXIMA DEL SOL PARA UNA FECHA.

Obtenemos la posición del Sol sobre la eclíptica, como en el apartado 4, en el anverso llevamos este punto de la eclíptica sobre la línea vertical que corresponde a las 12 horas. La posición del punto sobre un almicantrat nos indica la altura solar en el momento de su culminación.

Si, sin mover la araña, alineamos la regla con el punto de la eclíptica que se obtuvo, podemos determinar también la declinación solar en ese momento.

9. DETERMINACIÓN DE LA HORA SOLAR DURANTE EL DÍA.

En este caso se emplea el Sol como cuerpo celeste a observar.

En primer lugar, se obtiene la altura del Sol, según el apartado 1. El paso siguiente es conocer la posición del Sol sobre la eclíptica en la fecha de la observación, como se indicó en el apartado 4. Vamos al anverso del astrolabio y giramos la araña hasta que el punto de la eclíptica que obtuvimos para esa fecha se sitúe sobre el almicantrat que corresponde a la altura observada, sobre su lado oriental o sobre el occidental, según corresponda para horas antes o después de la culminación solar. Finalmente, se lleva la regla sobre ese punto y sobre el limbo de la madre se lee la hora a la que corta la regla.

10. OBTENCIÓN DE LA HORA SOLAR DURANTE LA NOCHE.

El procedimiento es parecido al caso anterior. Ahora medimos la altura de alguna estrella que hubiéramos reseñado en nuestro astrolabio, apartado 1, identificamos la posición del Sol sobre la eclíptica para la fecha de observación, según el apartado 4. Llevamos el punto que representa la estrella observada sobre el almicantrat que corresponde a la altura medida, como siempre, hacia el este o el oeste del círculo. Llevando la regla sobre el punto de la eclíptica en el que se encontraba el Sol cortará al limbo en la hora nocturna que se deseaba conocer.

11. DETERMINACIÓN DE LA HORA SIDÉREA.

La hora sidérea viene dada por la posición del punto vernal respecto al meridiano local, a razón de 15° por cada hora.

Se puede obtener tanto de día, por medio de la posición del Sol, o durante la noche, por alguna estrella.

Durante el día, se deben realizar las operaciones que se indican en el apartado 9. El único cambio es que la regla no se alinea con la posición del Sol en la eclíptica, ahora se hará con el punto Aries (γ) de la eclíptica. Su punto de corte en el limbo nos indica la hora.

Durante la noche, se actúa como en el apartado 10, con la salvedad indicada anteriormente, de que la regla se alinea con el punto Aries.

12. OBTENCIÓN DE LAS HORAS DESIGUALES.

En el astrolabio que estamos construyendo se indican las líneas de horas desiguales para la noche, la razón de no figurar las de día era no emborronar con demasiadas líneas.

Para obtener el tiempo en horas desiguales se hace como en el apartado 10, con la salvedad de que la hora se mide sobre el conjunto de líneas desiguales sobre la que marca la regla.

13. UTILIZACIÓN DEL CUADRADO DE LA SOMBRA.

No es más que una escala de tangentes expresada a la antigua usanza.

Se usaba para calcular la altura de algún objeto por la sombra que proyectaba, de ahí su nombre.

Aunque luego hablaremos de su versatilidad, originalmente se medía la sombra que proyectaba un objeto, como un edificio, podía ser en pasos, metros, se apuntaba la alidada con el extremo superior del mismo y se observaba la división en la que cortaba al lado horizontal (N_i); de donde se deducía que la sombra era, respecto a la altura total la fracción correspondiente que indicaba la división cortada por la

alidada y el número de divisiones totales del lado. Es decir,
$$\frac{\text{longitud de la sombra}}{\text{altura del objeto}} = \frac{N_i}{N}$$

Si la alidada cortase al lado vertical (*vmбра versa*), en la división N_i , entonces la altura del objeto sería la fracción N_i/N de la longitud de la sombra.

Aún se pueden exponer más utilidades. En combinación con calendarios astronómicos, podemos encontrar la posición de la Luna y planetas y de ahí declinaciones, alturas sobre el horizonte, o cualquier otro parámetro de los indicados anteriormente. Algún tratado antiguo relata cerca del medio centenar de usos. De momento, nos bastan los expuestos para ir conociendo este singular aparato.

Como hemos podido apreciar, es un completísimo aparato que puede darnos datos y relaciones gnomónicas en el momento. Y, desde otra perspectiva, nos ayuda a valorar el legado que nos dejaron nuestros antecesores.



Astrolabio realizado por el autor.

CUADRANTES SOLARES EN PLANOS INCLINADOS (II)

Por Joan Serra Busquets

PLANOS LATERALES INCLINADOS

Fe de erratas: En el artículo anterior, en la penúltima línea dice: “Quedan explicados los casos posibles de planos inclinados orientales y occidentales.” Cuando debería decir: “...planos inclinados ortomeridianos”

En el artículo precedente se explicaban los conceptos de planos inclinados orientados, es decir aquellos que miran directamente al Norte o al Sur.

Trataremos aquí los planos inclinados laterales o meridianos, aquellos que miran directamente a Levante o a Poniente.

Cuando hablamos de un reloj vertical declinante podemos considerar un muro vertical orientado perfectamente al sur que va girando teniendo como eje de giro la línea de las 12 situada sobre la meridiana. Al girar, un lado del muro se acerca al gnomon y el otro se aleja. Decimos que un muro declina a Levante o a Poniente según si la perpendicular del muro cae en el sector Este u Oeste de la meridiana.

En algunos tratados y programas de cálculo se considera la inclinación de 0° cuando el plano es vertical, considerando que el plano inclina a Levante o a Poniente cuando “cae” desde la vertical hacia el lado correspondiente. Concepción ésta totalmente opuesta a la que defendemos aquí. Se hace por tanto necesario prestar la atención debida a este punto a la hora de aplicar los programas de cálculo por ordenador. También se dice que un plano inclina en positivo cuando mira hacia al cielo y que inclina en negativo cuando mira al suelo.

Análogamente podemos ahora considerar el mismo ejemplo pero en un reloj horizontal que se levanta de un lado teniendo como eje la meridiana o línea de las 12. También de un lado se acercará al gnomon y del otro se alejará. Diremos que el plano “inclina” a Levante si su perpendicular cae en el sector Este de la vertical o zenit y que “inclina” a Poniente si su perpendicular cae en el sector Oeste. De este modo, un plano horizontal tendrá una inclinación de 0° y al alcanzar la vertical su inclinación será de 90° . Figura 1 a y b.

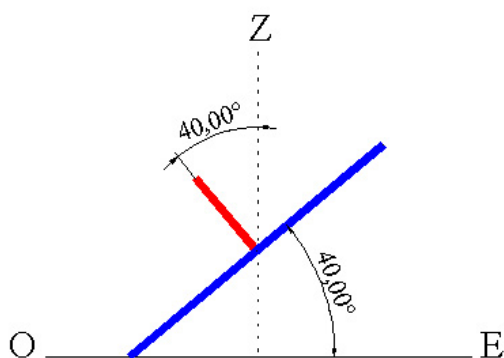


Figura 1a . Plano inclinado 40° al Oeste

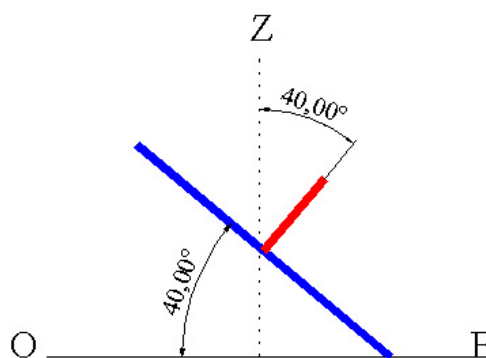


Figura 1b. Plano inclinado 40° al Este

El plano puede seguir inclinando una vez alcanzada la vertical por lo que su inclinación puede ser mayor de 90° y la que hasta alcanzar la vertical era la cara superior del plano pasa a convertirse en la cara inferior. No obstante esto, para evitar se considerará una cara que mira a Levante y la otra a Poniente

que pueden inclinar desde 0° a 180° hacia el Este o hacia el Oeste respectivamente. En la Figura 2a y b, se observa que los planos representados en las figuras anteriores ya han superado la vertical y la que era la cara superior se convierte en inferior. Se puede trazar, por tanto, un reloj en cada cara.

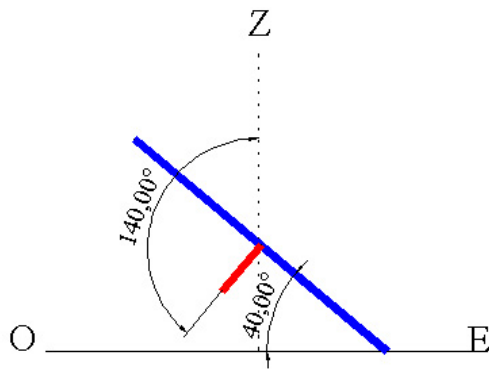


Figura 2a .Plano inclinado 140° al Oeste

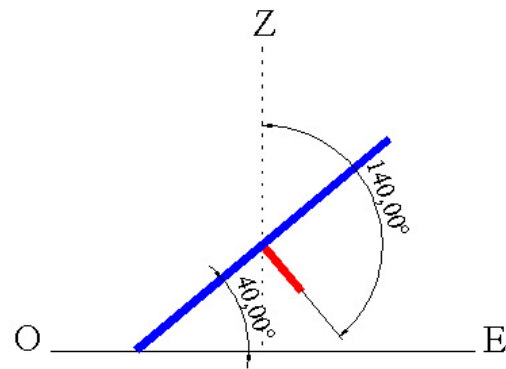


Figura 2b . Plano inclinado 140° al Este

Una vez entendido esto es fácil comprender que el cálculo de este tipo de relojes será el mismo que el de los declinantes y que el problema se reduce a conocer a que latitud y a que declinación corresponde el plano inclinado. En este caso, la nueva latitud es siempre la colatitud y la nueva declinación es siempre la inclinación, por tanto, podemos utilizar las mismas fórmulas para el cálculo del declinante cambiando la declinación por la inclinación y aplicando el complemento de la latitud en lugar de la latitud.

Para el cálculo de la subestilar se aplicarán también la misma fórmula sustituyendo la declinación por la inclinación y la latitud por su complemento.

Teniendo en cuenta que partimos de un reloj horizontal el cual indica todas las horas del día, cuanto menor sea la inclinación mayor será el número de horas que presente el cuadrante de modo que un reloj inclinado a Levante irá reduciendo las horas de la tarde a medida que aumente su inclinación. Lo contrario ocurrirá con un inclinado a Poniente que irá perdiendo horas de la mañana. Las horas que se pierdan se ganarán en la cara opuesta.

Un detalle importante a tener en cuenta es que la línea de las XII es siempre una horizontal y el gnomon podrá nacer en el extremo Norte o Sur de ella según las siguientes normas:

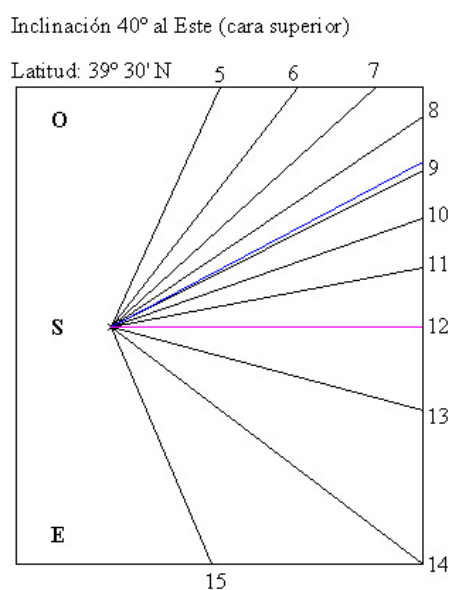


Figura 3a

1.- Cuando un plano que inclina al Este sea cara superior (ver figura 1b) el gnomon nacerá en el extremo Sur de la línea de las XII. La subestilar y las horas de la mañana se situarán por encima de dicha línea. Figura 3a.

2.- Cuando el plano que inclina al Este sea cara inferior (ver figura 2b) el gnomon nacerá en el extremo Norte de la línea de las XII.

La subestilar y las líneas de la mañana estarán situadas por debajo de la línea de XII que en este caso corresponde a las 12 de la noche. En la figura 3b puede apreciarse que los ángulos de las líneas horarias son los mismos que los del caso anterior sólo que el trazado está invertido en sentido horizontal y en sentido vertical. Nótese la numeración de las líneas horarias que si bien las anteriores al Orto son innecesarias se han trazado para una mejor comprensión.

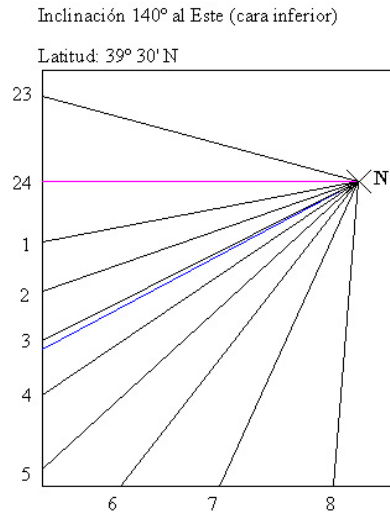


Figura 3b

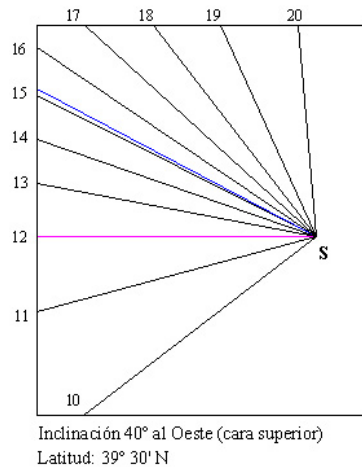


Figura 4a

3.- Cuando un plano que inclina al Oeste sea cara superior (Ver figura 1a) el gnomon nacerá del extremo Sur. La subestilar y las líneas de la tarde se encuentran por encima de la línea de las XII.

4.- Cuando un plano que inclina al Oeste (Ver figura 2a) sea cara inferior el gnomon nacerá del extremo Norte de la línea de las XII, que en este caso serán las 12 de la noche, y la subestilar y las líneas de la tarde caerán por debajo de dicha línea.

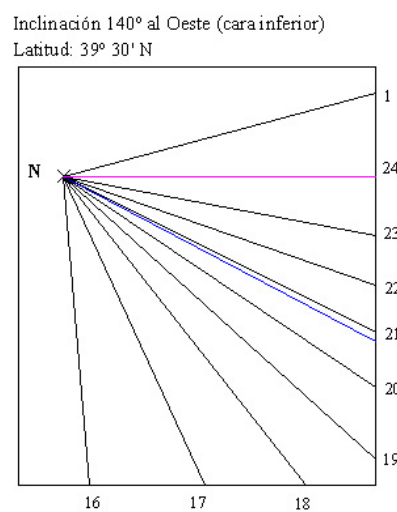


Figura 4b

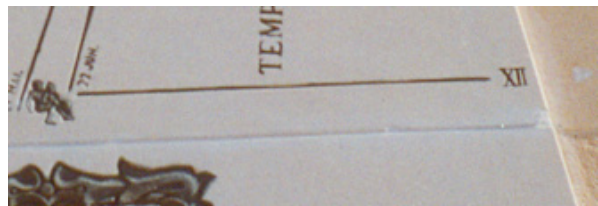
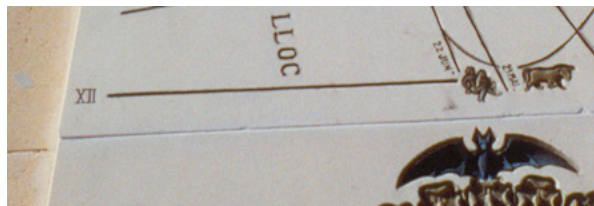
En definitiva, y observando las figuras, se ve que los trazados para ambas caras de un mismo plano son idénticos pero invertidos y hay que tener especial cuidado en la distribución de las horas recordando que la línea de las XII de las caras inferiores corresponde a las 12 de la noche.

No quiero terminar sin recordar el especial cuidado que hay que tener con los programas informáticos de cálculo y trazado de relojes de sol ya que si bien los resultados son correctos, es conveniente a la hora de introducir los datos conocer cuales son sus métodos de trabajo referente al punto origen de coordenadas, polo del reloj, pie del gnomon, grados y signos para declinaciones e inclinaciones porque difieren entre unos programas y otros. En cualquier caso, en mi opinión, estos programas deberían servir de apoyo y comprobación de nuestros propios trazados y, cuando no, comprobar los resultados con dos programas diferentes.



Caras Este (izda.) y Oeste (dcha.) de dos relojes inclinados instalados en una pirámide en los jardines de Sa Faixina en Palma de Mallorca realizados por Rafael Soler. Además de las líneas de Tiempo Verdadero presenta también las líneas zodiacales y los semianalemas de tiempo Medio correspondientes al invierno y primavera.

Obsérvese que en ambos casos por tratarse de las caras superiores del plano inclinado el gnomon nace del extremo sur de la línea de las XII la cual, como ya se indicaba anteriormente es paralela al horizonte.



BREVE HISTORIA DE UNA AFICIÓN DISFRUTADA EN EL TRABAJO

Por Josep M^a. Val Soriano

Hace unos diez años empecé con esta afición de los relojes de sol que me ha llenado muchas horas gratas desde entonces.

Pienso que para cualquier afición es necesario disponer de tres condicionantes: tiempo, espacio y dinero y acostumbra a suceder que no siempre puedes disponer de los tres.

He tenido la suerte de tener familiares y amigos, que me han cedido la fachada de su casa para que les hiciera un reloj de sol y en mis horas libres los diseñaba, los construía y los instalaba

En esta ocasión la afición se ha convertido, por primera vez, en trabajo y además he podido disponer de los tres condicionantes.

Trabajo en el departamento de una empresa de electricidad donde, entre otras funciones, se dedica al estudio y construcción de centrales hidroeléctricas. En el mes de junio se estaba terminando la construcción de una central en el río Segre en el termino municipal de la Baronia de Rialb y tuve la ocasión de visitar las obras. La presa de Rialb regula el río Segre, alimenta un canal de regadío y suministra el caudal para el funcionamiento de la central de Rialb. En un momento de la visita, mi jefe, director del proyecto y de la obra de la central, me comento que debía acondicionarse la explanada que había entre la presa y la central. Rápidamente, sin pensármelo dos veces, le hice la propuesta de que fuese un reloj de sol el que ocupara dicho espacio. Se quedó pensativo unos instantes y me contestó que le preparara un proyecto. Y a partir de aquí se inició una historia de la cual he estado disfrutando desde el primer momento que empecé a pensar en dicho proyecto.

La plaza ha modelar tiene del orden de 1000 metros cuadrados. La distribuí en tres zonas. En la parte suroeste coloqué la rosa de los vientos, tramuntana, gregal, levant, xaloc, migjorn, garbi, ponent y mestral, con una veleta. En la parte opuesta situé una circunferencia indicando la propia central de Rialb y desde la cual salían unas piezas metálicas que indicaban dirección y distancia en proporción de las diferentes presas de color azul y montañas de color marrón, mas relevantes de su entorno. En el centro de la plaza se situaba el reloj ocupando una superficie de unos 500 metros cuadrados. Una vez distribuida la plaza empecé a pensar que materiales debería utilizar. El gnomon sería un cilindro de acero inoxidable de diez centímetros de diámetro y cuatro metros de longitud el cual estaría arropado, en parte, por una pieza llamada rodete, proveniente de una central hidráulica. Las líneas horarias y las zodiacales serían piezas de hormigón coloreadas, rojas para las horas y amarillas para las zodiacales. Las horas, de numeración romana, serían de acero inoxidable soldadas a unas planchas circulares de hierro oxidable (corten) y los signos zodiacales también planchas de hierro oxidable (corten) que se les recortaría el signo, quedando visto el fondo blanco de la piedra de cuarzo que se extendería por toda la plaza. También habría una plataforma para observar el reloj y en ella, tres placas en las que se grabaría la ecuación del tiempo en una, en la otra la fecha, el nombre y dibujo de los signos zodiacales y en la última se incluiría el nombre de la central, una leyenda y algún que otro detalle sobre el reloj. En la leyenda, el reloj le comenta a la central que sin agua no puede dar luz y que el sin luz no puede dar la hora "*Tu sense aigua no pots donar llum, jo sense llum no puc donar l'hora*".

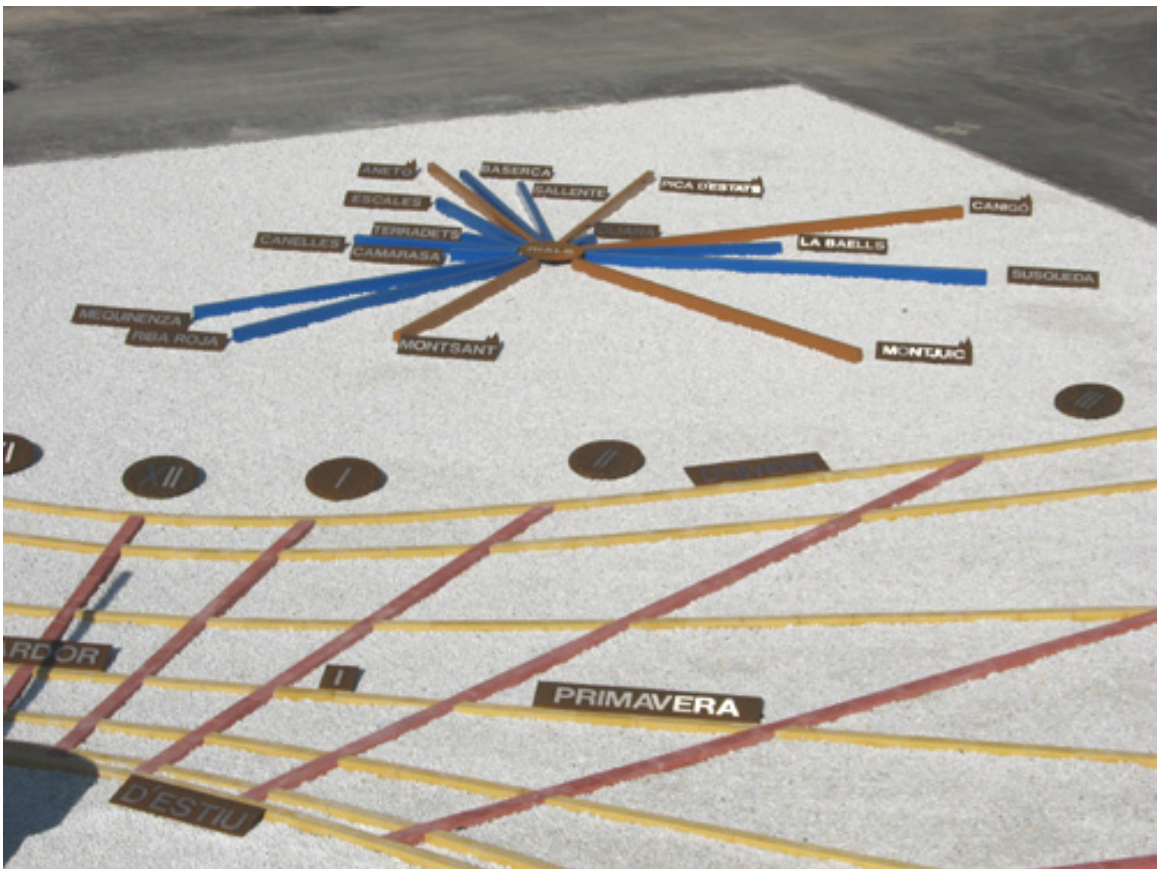
El proyecto fue aprobado y se construyó entre los meses de noviembre y diciembre de 2006 y además tuve la suerte de poder realizar el seguimiento de la obra desde el inicio, marcando la meridiana, hasta el final. Fue inaugurado el 30 de enero de 2007. Quiero hacer mención a mi familia, amigos, compañeros y del personal que estuvo en la construcción del reloj, de la ilusión y apoyo que me han demostrado y compartido conmigo en este trabajo

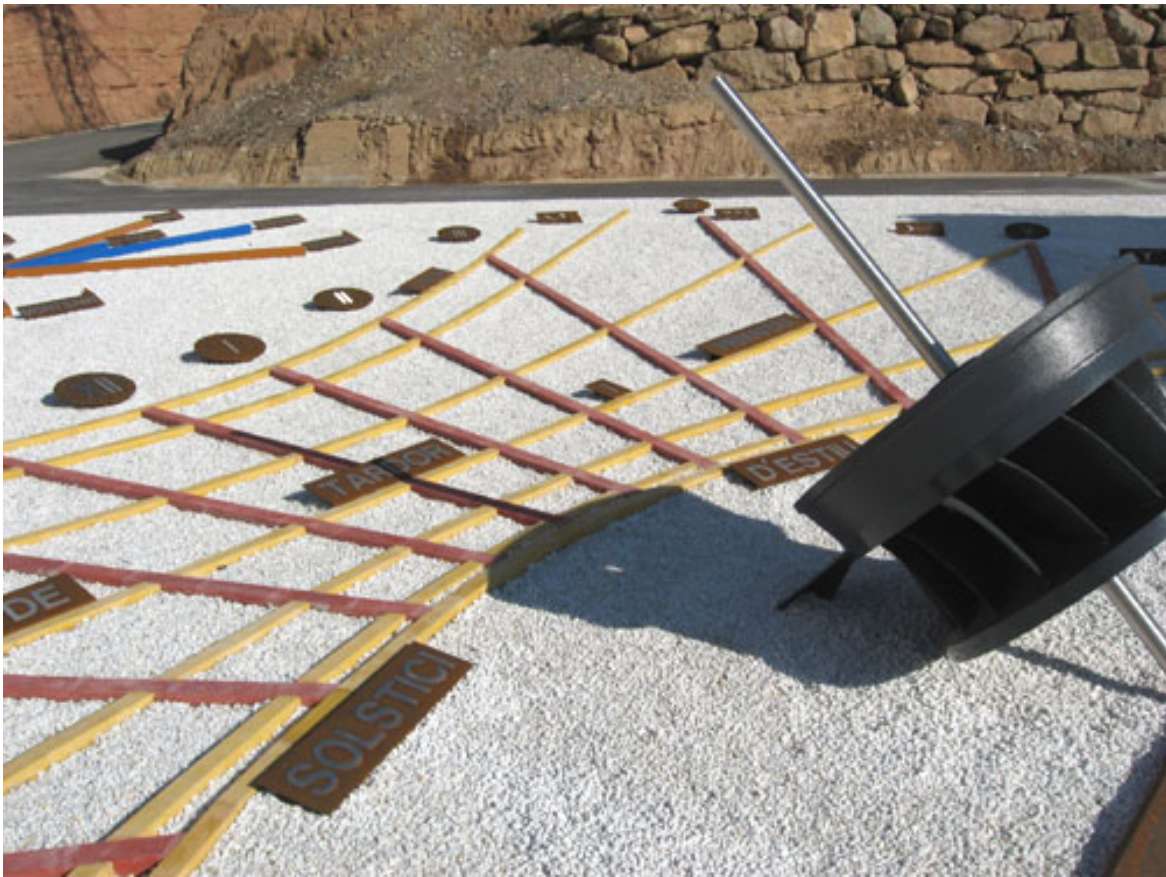
A la vez también quiero transmitir esta ilusión a todos los amigos gnomistas que a través de la revista Carpe Diem con sus artículos, comentarios etc. me han hecho ilusionar y aprender en mi afición.

Este es el resumen del proyecto de un reloj de sol que he tenido la suerte de poder realizar dentro de las horas de mi trabajo cotidiano.

FOTOS DEL RELOJ







INVENTARIO DE RELOJES DE SOL DE LA DIÓCESIS DE VITORIA (II)

Por Pedro Novella y M^a Josefa Urteaga con la colaboración de Antonio J. Cañones

FONTECHA. Zona IX

Parroquia de San Nicolás. Tres relojes.
Dos radiales de 3 líneas en junta de sillar.
Uno semicircular en junta de sillar, de 8 sectores.

La torre, de traza cuadrada, se construyó aprovechando como muro oeste la espadaña medieval. En el muro sur de la torre, se diferencia por el aparejo la gruesa cara de la espadaña donde bastante cerca del suelo van grabados los tres relojes, únicos ejemplares de este período localizados en dicho lugar.



Después del hallazgo, pensando que la cara sur de las espadañas podría ser un lugar habitual de ubicación, tal como sucede con las portadas, volvimos a recorrer todas la iglesias con espadaña sin éxito. Los relojes de las iglesias de Jugo y de Zumelzu, ubicados también en el costado sur de la espadaña, son más modernos.

Fontecha, costado sur de la espadaña.

Reloj 1. Se encuentra en el cuarto sillar esquinero de la izquierda, contando desde el suelo, trazado aprovechando la junta de dos sillarejos. Tiene tres líneas horarias que forman cuatro sectores iguales y simétricos dos a dos, siendo los dos centrales menos abiertos.

Parcialmente cubierto por el yeso utilizado para tapar las juntas, que tampoco deja ver el agujero de la varilla.



Fontecha. Reloj 1. Radial de 3 líneas.

Reloj 2. Situado en el quinto sillar esquinero de la derecha, comenzando a contar desde el suelo, grabado como el anterior en la junta de dos sillarejos, y de igual traza.

Lleva superpuestas algunas líneas horarias que se diferencian de las originales por la profundidad del trazo.

Orificio de la varilla cubierto de yeso.



Fontecha. Reloj 2. Radial de 3 líneas.

Reloj 3. Trazado en el tercer sillar esquinero derecho de la espadaña, dos filas por debajo del ejemplar anterior. El yeso oculta parcialmente las líneas horarias, y las correspondientes a la mañana casi han desaparecido.

Por lo que queda de la traza, se trata de un reloj semicircular de 8 sectores de $22,5^\circ$. Limpiando la junta podría confirmarse.

Aunque muy borroso, debajo de éste, se distingue lo poco que queda de otro reloj.



Fontecha. Reloj 3. Reloj de 8 sectores de $22,5^\circ$.

GACEO. Zona V

Parroquia de San Martín (siglo XIII). Radial en junta de sillar.



La iglesia de Gaceo tiene planta rectangular y ábside semicircular cubierta con bóveda de horno. Para preservar de la humedad las conocidas pinturas de esta iglesia se desmontó la cara exterior del los muros de mampostería del ábside para colocar un tabique aislante y, seguidamente, se volvió a cubrir de sillarejo procedente de la derruida iglesia de Galarreta.

San Martín de Gaceo, ábside y contrafuerte del reloj.

El reloj se halla, a 2,40 m del suelo, en el pequeño contrafuerte que separa la zona semicircular de la recta del ábside, no modificado en la restauración.

Originalmente reloj radial de tres líneas en junta de sillar. La línea meridiana es más larga. En la restauración cubrieron con argamasa la zona de la junta donde iba el orificio de la varilla.

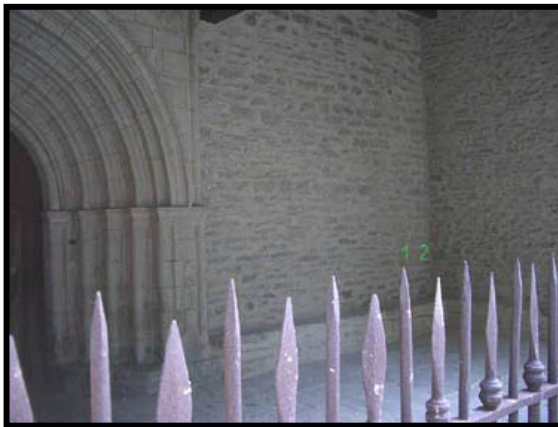


Gaceo, reloj del contrafuerte.

GÁMIZ. Zona IV

Parroquia de Santa Eulalia. Dos ejemplares radiales en junta sillar.

Portada protogótica. En la esquina del pórtico, a la derecha de la portada y a un metro del suelo, destaca por el color y por el tamaño un sillar rectangular de arenisca donde están grabados los dos relojes.



Gámiz, portada románica y pórtico.



Relojes 1 y 2. Radiales en junta de sillar.

Reloj 1. Grabado en la junta del sillar y cubierto parcialmente en la restauración del pórtico por la argamasa de rejunto. Radial en junta de sillar, conserva cuatro líneas.

Reloj 2. Situado a la derecha del anterior. Radial de tres líneas en junta.

G RANDIVAL. Zona II

Parroquia de San Román. Radial de 3 líneas en junta de sillar.

Aunque desfigurada por sucesivas reformas, la iglesia conserva la planta románica, de ábside recto y nave más ancha de dos tramos.

En un sillarejo cercano al suelo de la esquina SE, donde se ensancha la nave, se encuentra el reloj. Tiene los dos sectores centrales más cerrados.



Grandival, ábside y nave.



Reloj radial de 3 líneas.

G UEREÑA. Zona IV

Parroquia de San Juan. Reloj circular en el centro del sillar.

Son muy escasos los restos de la anterior iglesia medieval, el C.M.D.V. cita “varios canes muy desgastados, visibles desde el exterior en el costado norte”. Nada dice de la pequeña portada de la iglesia; sin embargo, en el centro del tercer sillar de la jamba derecha se encuentra grabado un reloj del que solamente son visibles tres líneas y el orificio de la varilla. El reloj es medieval, posiblemente estemos ante la portada de la anterior iglesia.



Guereña, portada.



Reloj circular.

LÁRRAZA. Zona IV

Parroquia de Santa Eulalia. Circular en el centro del sillar, de 16 sectores iguales.

La iglesia tiene planta de salón, con cabecera de tres ochavos y nave de dos tramos. En 1559 se hace un nuevo contrato con un cantero que ya estaba trabajando en la iglesia para cerrar la bóveda del segundo tramo. En este contrato se cita “la capilla vieja “ refiriéndose al primer tramo de la nave, que ya estaba edificado. La caja de muros es anterior. En el contrafuerte del segundo tramo, cobijado bajo el pórtico, se encuentra el reloj. Si el sillar donde está grabado no procede de la anterior iglesia románica, podría fecharse en las primeras décadas del siglo XVI.

El reloj es circular, tiene de 35 cm de diámetro, trazado a 2,20 m del suelo en el centro de un sillarejo cuadrado, y dividido en 16 sectores de 22,5°. La mitad superior está mejor conservada.



Ilarraza. Reloj circular en el centro del sillar, de 16x22,5°.

LABASTIDA. Zona I

Ermita del Santo Cristo, antigua parroquia de la villa. Cuatro relojes circulares en el centro del sillar, de 8 sectores de 45°.

Excepto cuatro ejemplares (Burgueta, Saraso, Oquina y ermita de San Juan de Rivabellosa) grabados en planos interiores de la portada, en todos los demás relojes de este grupo se ha buscado siempre para situarlos un lugar del muro sur de máxima insolación. Así los encontramos en los salientes de las portadas, casi siempre a la derecha, en los contrafuertes y en el centro del muro cuando algún elemento constructivo les puede hacer sombra. A los cuatro relojes de esta iglesia les dan sombra la portada y el nicho del primer tramo de la fábrica románica que sobresalen.

Si el muro donde están grabados es posterior a la portada, cabe la posibilidad de que los relojes no se hallen en su emplazamiento original.

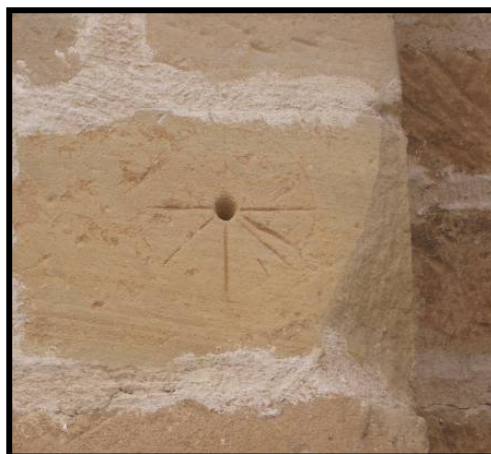


Labastida, ermita del Santo Cristo.

Reloj 1. Es el más cercano al rincón que forma el muro con la portada; por lo tanto, el primero que queda en sombra a la tarde. Muy desgastado y manipulado, debido a que se encuentra bastante bajo. Originalmente circular en el centro del sillar, de 8 sectores de 45°.



Reloj 1. Circular, de 8x45°.

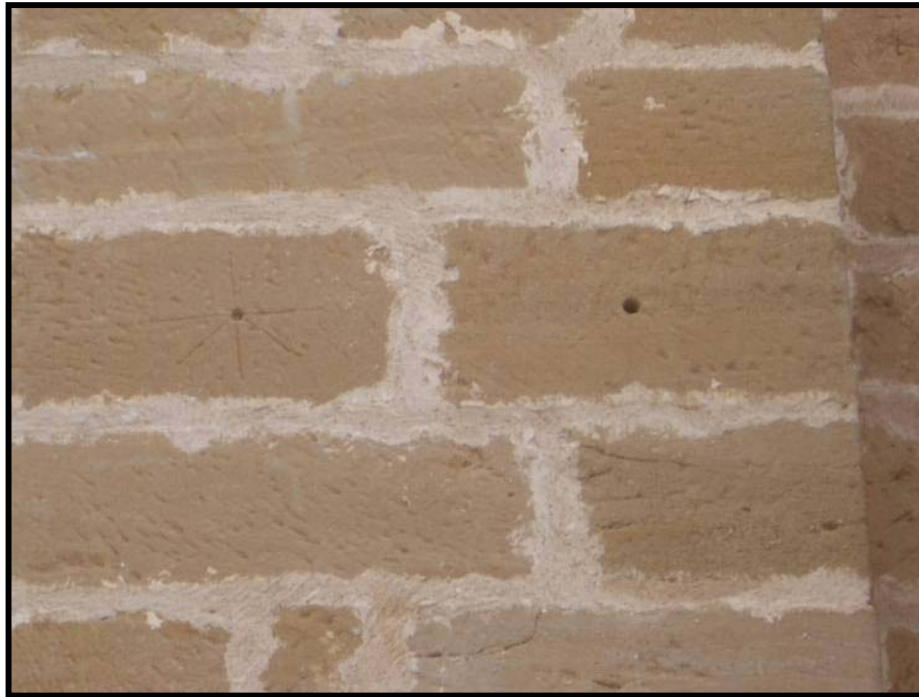


Reloj 2. Circular, de 8x45°.

Reloj 2. Un poco más alto que el anterior y grabado en el centro de un sillar de la esquina. Aunque también está deteriorado y se le han trazado algunas líneas, se reconoce la traza de un reloj circular en el centro del sillar, de 8 sectores de 45°, con bastante más facilidad que en el ejemplar anterior.

Reloj 3. Grabado a más altura, a unos 4 m del suelo, sobre los dos anteriores. Es el ejemplar mejor conservado. Tiene la meridiana ligeramente desviada hacia Levante. Circular en el centro del sillar, de 8 sectores de 45°.

Reloj 4. Situado en el sillarejo que está a la derecha del reloj número tres, haciendo esquina. Las líneas que quedan de la traza permiten reconocerlo como circular de 8 sectores de 45°.



Labastida. Relojes 3 y 4. Circulares en el centro del sillar, de 8x45°.

L ABRAZA. Zona I

Parroquia de San Miguel. Circular en el centro del sillar.

La iglesia conserva la caja de muros de la primitiva estructura gótica con gruesos contrafuertes. Sobre el pórtico, en la parte alta del contrafuerte sur del ábside, justo bajo el gablete, se encuentra el reloj.

Está grabado en un sillar cuadrado de arenisca y empotrado en la mampostería del contrafuerte, lo que induce a pensar en que pueda proceder de la anterior iglesia. Circular en el centro del sillar, de buen tamaño y bastante erosionado. Conserva las tres líneas centrales con ángulos que recuerdan un reloj radial de 3 líneas.



Labraza, gabletes.



Reloj circular desubicado.

L AGUARDIA. Zona I

Ermita de Santa María de Berberana. Ocho relojes.

Radial de 6 líneas en junta de sillar, de 8 sectores de 22,5°.

Radial de líneas múltiples en el centro del sillar.

Tres radiales de 3 líneas en junta de sillar.

Tres ejemplares (3, 6, 7) en mal estado de conservación.

Esta ermita fue parroquia del desaparecido pueblo del mismo nombre. Portada románica de transición con ocho arquivoltas apeadas en delgadas columnas cuyos capiteles carecen de decoración. Excepto un ejemplar grabado en sillar esquinero de la cabecera, todos los demás se encuentran en el plano de la portada.



Laguardia, ermita de N^{ra} S^a de Berberana.

Reloj 1. Grabado en un sillarejo de la esquina izquierda del saliente de la portada, siete filas por encima de la imposta. El orificio de la junta se cubrió con argamasa en la reciente restauración. Radial de 8 sectores en junta de sillar. La traza ocupa toda la cara.

Reloj 2. Situado también a la izquierda de la portada, en el centro de un sillar esquinero alargado, dos filas por debajo del reloj anterior. Radial de 8 líneas de distinta longitud que parten del agujero de la varilla formando 7 sectores de aberturas diferentes.



Reloj 1. Radial de 7 líneas.



Reloj 2. Radial de líneas múltiples.

Reloj 3. A la izquierda de la portada, bajo los dos anteriores, y en un sillar de la fila que corre sobre la imposta. Muy deteriorado por una cruz acanalada grabada toscamente encima. Radial de 3 líneas en junta.

Reloj 4. A la derecha de la portada, seis filas de sillarejos sobre la imposta. El sillarejo donde está grabado se sitúa entre la arquivolta y la esquina. Radial de tres líneas en junta. En la restauración taparon la junta.



Reloj 4. Radial de 3 líneas.



Reloj 8. Radial. Erosionado.

Reloj 5. También a la derecha de la portada, tres filas por debajo del ejemplar anterior. Radial de 3 líneas en junta de sillar. La junta cubierta con argamasa.

Reloj 6. Entre los dos anteriores, en un sillarejo esquinero y bastante deteriorado. Radial de 3 líneas en junta; dos visibles.

Reloj 7. A la derecha de la portada, en la fila de sillarejos que corre bajo la imposta. Radial en junta de sillar.

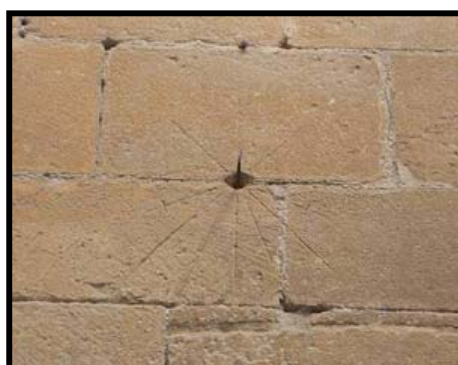
Reloj 8. Es el único grabado fuera del plano de la portada. Se encuentra en un sillar esquinero de la cabecera. Radial en junta de sillar, conserva sólo 4 líneas.

Iglesia de San Juan. Circular en junta de sillar con semicírculo inferior de 8 sectores de 22,5°.

Grabado en el muro a la izquierda de la portada románica, fechada entre los siglos XII y XIII, que se abre a Mediodía.



Laguardia, portada de san Juan.



Reloj circular en junta, de 8x22,5°.

No está trazado en el centro de un único sillar como es habitual en los relojes circulares románicos, invade tres sillares y el agujero de la varilla aprovecha la junta. Circular de 8 sectores de 45°, con líneas de medias horas que dividen en semicírculo inferior en 8 sectores de 22,5°. Tres de estas cuatro líneas secundarias, más cortas que las principales, están marcadas con signos que de alguna manera las quieren diferenciar. Las líneas medias de la prima y de la nona llevan una rayita encima que las cruza; la línea media de la sexta, un angulito. Es el único reloj de este período que lleva marcas.

La varilla tiene la punta doblada hacia arriba, es moderna.

Iglesia de Santa María de los Reyes. Circular en el centro del sillar con semicírculo inferior de 8 sectores de 45°.



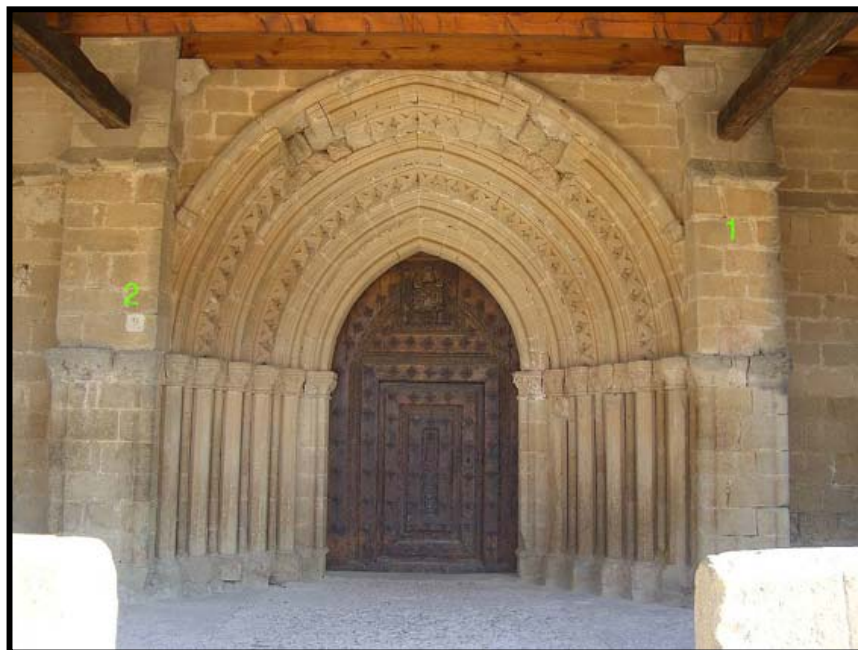
S^a M^a de los Reyes, semicircular de 8x22,5°.

Grabado en un pequeño sillar esquinero de la cara oeste de la escalera helicoidal de la esquina SO de la iglesia, orientado a Poniente. La orientación, la altura a la que está situado y el hecho de que el círculo exterior invadiera el sillar superior indican la posibilidad de un cambio de ubicación. El semicírculo inferior está dividido en 8 sectores de 22,5°.

L APOBLACIÓN (Navarra). Zona I

Parroquia de San Pedro Apóstol. Tres relojes.
Semicircular en junta de tres sillares.
Dos circulares en el centro del sillar con líneas horarias añadidas.

Edificio protogótico del siglo XIII. La portada abocina en arco apuntado con seis arquivoltas en las que se alternan baquetones y cuadri folios, que se apoyan en columnas de fuste poligonal con capiteles de tema vegetal. Flanquean la portada dos contrafuertes con columnas adosadas y en cada uno de ellos va grabado un reloj. El tercer ejemplar lo encontramos en el muro del primer tramo de la nave, a la derecha de la portada, también bajo la cubierta del pórtico.



Lapoblación (Navarra), portada y contrafuertes.

Reloj 1. Grabado en el contrafuerte del lado derecho de la portada. Se trata de un reloj de tamaño mayor de lo habitual, pues tiene 40 cm de diámetro. Es semicircular de $4 \times 45^\circ$ y está dibujado aprovechando la junta de tres sillares. Se le añadieron otras dos líneas horarias, corrigiendo los sectores, de tal manera que se puede considerar una traza de 3 líneas sobre una de 4 sectores de 45° .



Reloj 1. Semicircular en junta de sillar. Radial de 3 líneas y $4 \times 45^\circ$.

Los relojes de tres líneas de Arriola, Burgueta, Erenchun, Virgen del Campo de Maestu, ermita de Berberana, Oquina, Fontecha..., tienen también los dos sectores centrales menores, de tal manera que la mañana y la tarde quedan divididas en dos sectores desiguales.

Reloj 2. Situado en el contrafuerte de la izquierda, sobre la imposta. Circular en el centro del sillar. Le han pintado encima el rótulo del número de la iglesia, que impide ver la traza con claridad. Tiene líneas añadidas.

Reloj 3. En el muro del pórtico, bajo el ventanal. Circular en el centro del sillar. También se le han añadido líneas horarias. El agujero de la varilla es rectangular.



Reloj 3. Circular en el centro del sillar.



Pórtico.

LASARTE. Zona IV

Parroquia de N^a S^a de la Asunción. Reloj circular en el centro del sillar.

En un sillarejo cuadrado del muro sur del ábside que destaca por su color y labra en la mampostería, empotrado a la altura de la vista, se distingue lo poco que queda de un reloj circular: el orificio de la varilla y la línea vertical superior. Localizado por M. Urteaga.



Lasarte

MAEZTU. Zona V

Ermita de la Soledad. Situada en el camino viejo de Maeztu a Atauri. Radial en el centro del sillar, de 8 sectores de 45°.

La actual ermita sólo mantiene de la fábrica románica el ábside semicircular (siglo XII); la nave es posterior. En la construcción del muro sur de la nave se utilizaron las dovelas de un arco baquetonado procedente de la primitiva iglesia.



Maeztu, ermita de La Soledad.



Reloj radial, de 8x45°.

Reloj radial en el centro del sillar, sin círculo exterior, de 8 sectores de 45°, en una dovela de un arco románico reutilizada en el muro, a la derecha de la portada.

Ermita de la Virgen del Campo, antigua Santa Eufemia (siglo XIII). Cerca del cruce de la carretera de Apellániz. Reloj radial de 3 líneas en junta de sillar, de 4 sectores iguales y simétricos dos a dos.



Maeztu, N^a S^a del Campo.

Reloj radial de 3 líneas en junta.

Construcción de nave única, con cabecera más estrecha que la nave, bóveda de cañón apuntado y portada con tejaroz. El reloj está grabado en la esquina de sillares que marca el ensanchamiento de la nave a la derecha de la portada.

Reloj radial de 3 líneas en junta de sillar y de 4 sectores simétricos e iguales dos a dos.

MARQUINEZ. Zona II

Ermita de San Juan (s. XIII), situada a la salida del pueblo, a la izquierda de la carretera comarcal, dirección Arlucea. Reloj circular en el centro del sillar, de 16 sectores de 22,5°.

“HEDIFICATIO HUIUS TEMPLI FUIT FACTA SUB ANNO DOMNI M CC XX VI...” Así comienza la inscripción de consagración de la ermita de San Juan grabada a la derecha de la portada bajo la imposta ajedrezada. Si miramos con atención dos sillares a la derecha en la fila que corre bajo la inscripción, encontraremos el agujero de la varilla que facilita la localización del reloj.



San Juan de Marquínez. Ubicación del reloj circular de 8x22,5°.

Dos líneas horarias y casi todo el círculo grabado con un trazo muy fino, casi imperceptible, es todo lo que queda de una traza de 8 o 16 sectores de 22,5°.

MONASTERIOGUREN. Zona IV

Parroquia de San Pedro Apostol. Dos relojes.
Semicircular en junta de sillar, de 4 sectores iguales.
Circular en el centro del sillar.

Reloj 1. Dan acceso al pórtico de la iglesia cinco arcos apuntados. El estrecho hueco que queda entre el primer arco de la izquierda del pórtico y la torre se cubrió con sillares de un baquetón que termina con decoración vegetal a modo de capitel. En uno de estos sillares incompleto, oculto por un rosal, se encuentra el reloj. Sólo se aprecian cuatro líneas y el orificio de la varilla. Sabemos que fue circular porque en el extremo de una de las líneas queda de testigo un pequeño arco de circunferencia.



Monasterioguren, pórtico.



Reloj 1. Circular en el centro del sillar.



Reloj 2. Pilastra izquierda de la torre. Semicircular en junta, de 4x45°.

Reloj 2. La torre de la iglesia consta de tres cuerpos. Los dos inferiores son románicos y llevan en las esquinas orientadas al sur pilastras baquetonadas en sus ángulos. En el cuarto sillar de la esquina izquierda, en el plano del sillar comprendido entre los dos baquetones, y grabado con trazos profundos, se encuentra uno de los mejores relojes románicos de la Diócesis. Es semicircular en junta de sillar, de 4 sectores de 45°. Tiene la junta muy dañada por la colocación de las sucesivas varillas.

A LA MEMORIA DEL DR. BALTASAR SOTERAS ELÍA OCHO RELOJES DE SOL EN PAMPLONA (II)

Por Rafael Carrique Iribarne

2.- PLAZA DE SAN NICOLAS

Situación:



A la altura del portal nº 76 de la Calle San Nicolás en el casco antiguo de Pamplona se encuentra este curioso y bello cuadrante, situado a unos 7m del suelo y sobre el paño libre entre dos amplias ventanas.

Es sin duda el reloj más conocido de la ciudad dado el lugar privilegiado donde está, de gran tránsito de personas, de mercadillo y de alterne nocturno, pues no habrá persona con un mínimo de inquietud a la que no haya pasado desapercibido su gracioso dibujo y extraño lema.

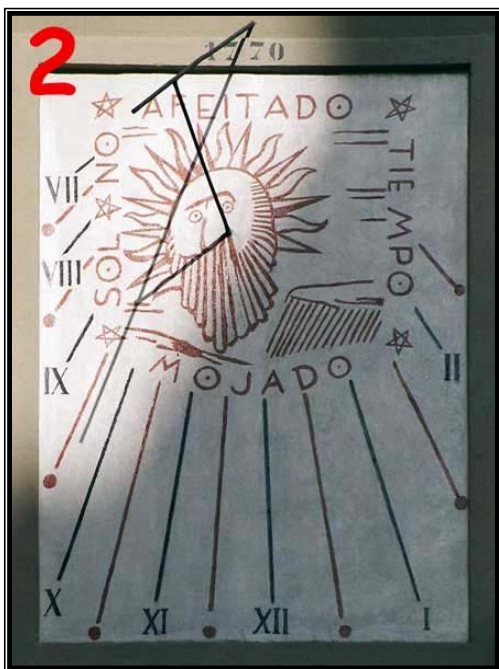
Presenta un marco resaltado rectangular bordeando el cuadrante con unas dimensiones de 1.145m x 1.565m. Se restauró la fachada del edificio en fechas recientes, lo que se aprovechó para repintar también el reloj, resultando estar en muy buen estado de conservación.

Diseño:

Se trata de un cuadrante vertical declinante a levante, sin grabar, solamente pintado en dos colores directamente sobre el estarcido de la fachada, negro para las horas enteras y rojo almagra para las medias, rematadas éstas por un punto en el borde exterior.



La numeración romana corre entre las siete de la mañana y las dos y media de la tarde con intervalos de media hora. Las primeras horas de la mañana y últimas de la tarde se han recortado mucho para poder dejar un gran espacio en la mitad superior para contener el lema y adornos.



El gnomon es polar, formado por una varilla de hierro que arranca centrado con el reloj e inmediatamente encima del marco resaltado. Presenta una larga pata de apoyo y que quita algo de vistosidad y claridad al reloj.

Tiene también pintado en negro, en la parte superior y sobre el marco, el año de construcción, 1770, lo que indica que puede ser el reloj más antiguo de Pamplona con fecha inscrita.

La fotografía adjunta se tomó el día 7-3-2004 a las 9:42 TU (9:25 Solar Local o 9:31 del Huso). En la lectura de la sombra parece indicar las 9:40, hecho desconcertante por su coincidencia con el Tiempo Universal, dado la fecha de construcción del reloj.

Está decorado con unos graciosos dibujos esquemáticos de trazo limpio, representando la cara de un barbudo señor entrecejado, con rayos radiantes por cabellos y con una pequeña nube lluviosa a la derecha. Bordeando esta pintura tiene un simpático lema de palabras sueltas separadas por estrellas de 5 puntas, que dice: “SOL NO AFEITADO, TIEMPO MOJADO”. Creía que este sinsentido no tenía lógica, pues se pensó que el pelo de la barba se refería al gran pelo de la sombra del gnomon, pero me lo aclaró nuestro amigo y editor Joan Serra, pues el significado de estas palabras hacen referencia al sol real y no al pintado, pues cuando el astro rey presente ‘pelos’ (rayos visibles entre las nubes) es porque lloverá, si no lo ha hecho ya. Aparte de que se pueda interpretar estas palabras de diversas formas, la leyenda es original y tiene su gracia. Gracias Joan.

Cálculos:

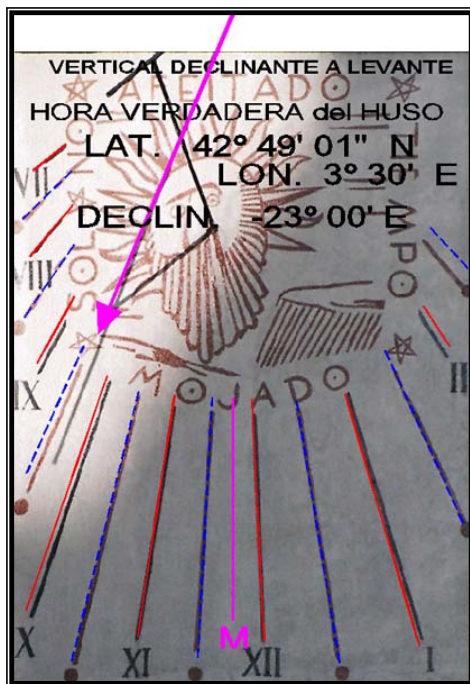
La declinación sacada del catastro ha sido de **32.66°E**, y la tomada in situ con brújula fué de 35°, cifra aceptablemente correcta comparada con la anterior del catastro dado la cantidad de hierro que hay en las inmediaciones.

El promedio en el cálculo libre de la declinación ha sido de **23°** a Levante, con un error probable de 3°, así como una latitud implícita de unos 45°. Si se aborda el cálculo fijando ahora la latitud, los resultados son parecidos, por lo cual, parece que existe un desfase de unos 10° entre la declinación deducida y la real.

Hay que decir que, hasta no medir exactamente las proporciones del marco con un teodolito, no se supo sacar los parámetros al cuadrante, pues un ligero estiramiento o reducción en la fotografía original, producía unos valores para el cuadrante muy dispares, hasta llegar al resultado de la imagen adosada, donde se ve que las líneas encajan razonablemente bien para la declinación calculada, que al ser distinta de la real, hace que, en las horas alejadas del mediodía, el cuadrante presenten un desfase horario de unos 5 min.

Al observar el reloj, se ve como las XII está ligeramente fuera de la vertical, hecho indicativo de que el reloj tiene corrección por longitud, pero en sentido inverso a su longitud real, es decir, que el reloj parece calculado para la hora del huso de un meridiano de origen al oeste de Pamplona. Procediendo por tanteos, esta corrección resultó ser de 0.23 horas, que traducido a grados son 3°30' de desfase con el origen, y sumados a los 1°40' de longitud actual de Pamplona, nos llevan a los 5° al Oeste de Greenwich, aproximadamente.

HORA	
solar	ángulo
7.233,	51.48
8.233,	38.85
9.233,	28.36
10.233,	18.44
11.233,	8.59
12.233,	-2.91
13.233,	-16.81
14.233,	-31.96
14.733,	-40.00



De ahí que encajara la hora TU de la fotografía con la hora marcada, pues se produjo la feliz coincidencia de ser semejantes la ecuación del tiempo para 3 de Marzo (-11 min.), con la corrección por longitud (+14 min.) y con el desfase de la declinación. Pensamos que otra cosa muy distinta hubiese sido de haber visitado el reloj a comienzos de Noviembre

La inclinación del arranque de la pata de apoyo con respecto a la vertical es de 6.3°, lo que implica una declinación, no considerada, de unos 6°, cifra que denota claramente el hecho de que la pata de apoyo está fuera de la subestilar y no se colocó bajo este cometido. Pudiera ser que estuviese en ese lugar para coincidir con el inicio de la barba de la figura, y así, darle más fuerza visual a la sombra.

Comentario:

Es un hecho sorprendente que el reloj tenga corrección por longitud, y además,

inversa, con respecto a como se aplica en la actualidad. La línea de los 5° de longitud Oeste no pasa por ninguna capital de provincia ¿no es extraño?, ¿podría indicar quizás el de Madrid con un grado de error? Dado el año de construcción, se puede considerar todo esto como muy extraño, y que al fin y al cabo, todo provenga quizás de una restauración poco cuidadosa.

En resumen, es un buen reloj que, sin el mérito de la declinación, tiene un gran valor por su armonioso diseño, gracioso dibujo y único lema, así como por la singularidad de estar las XII a la derecha de la meridiana en 1770.



3.- IGLESIA DE SAN FRANCISCO JAVIER

Situación:



4.- CALLE DEL VALLE DE BAZTAN

Situación:



En las inmediaciones del Parque de la Media Luna de Pamplona se encuentra una zona de la ciudad donde todas las viviendas son unifamiliares con terreno ajardinado alrededor, y el reloj en cuestión se sitúa en la trasera del nº12 en la Calle Baztán, dando vistas a la calle Valle de Yerri. Tiene un tamaño de unos 40x50cm. y está situado a 4m de altura.

Es muy difícil de localizar dado la gran altura de un seto perimetral de la casa que impide su cómoda observación, y aunque tenía referencias precisas de Baltasar Soteras, de no ser por la ayuda de un amable vecino, hubiese sido imposible su localización.

Diseño y comentario:

Es un pequeño meridional comercial, realizado con profusos relieves en piedra artificial.

Aún siendo del tipo y tamaño señalados, el reloj presenta una elaboración muy cuidada, con unos adornos y detalles que lo hacen interesante. En primer lugar las figuras, un gracioso sol flameado de gesto simple y bromista. Junto a él, un búho y un gallo, símbolos asociados a la diosa griega Atenea, musa del saber y de las artes, como también por su significado figurativo de la noche y el día. Bordea el reloj un marco muy adornado con cintas y flores en las esquinas, y rematando el conjunto, un tímpano clásico griego con volutas.



Las horas corren de 6 de la mañana a 6 de la tarde, para horas enteras y con numeración romana, señaladas con un punto resaltado, todas ellas dentro de una orla con pliegues. El gnomon de hierro sale de la boca del sol figurativo y es polar, sin pata de apoyo dadas las pequeñas dimensiones del reloj. La declinación catastral fué de 13.4° a Poniente, cifra que no se ajusta con el diseño simétrico meridional del reloj.

En un tanteo preliminar sin mucha precisión, se ha visto a grandes rasgos que las horas no corren con la separación que debieran según su diseño y ubicación, pues parece que están más separadas las

horas de mediodía que las alejadas de él, cuando debiera de ser justo al contrario, factor, por otro lado, bastante normal en estos relojes comerciales.

En definitiva, un reloj muy cuidado y con gran valor estético pero poco gnomónico, que lo que más nos indica es que el dueño tiene inquietudes en estos temas del sol, del tiempo, del mundo... lo cual siempre es parabién.

5.- CALLE BARTOLOMÉ DE CARRANZA

Situación:



En el barrio de Iturrama, sobre la plaza que conforman los números 16 a 26 de la calle Bartolomé de Carranza, se encuentra este monumental reloj horizontal moderno, construido en 1988 según diseño del Arquitecto Manuel Sagastume. Está bien conservado y ocupa una superficie de 500m², visible desde la fotografía aérea. Tiene una alameda al sur que le quita una parte importante de las horas de insolación, máxime cuando brota la hoja y más utilidad pudiera tener el cuadrante.



Diseño:

Arranca el gnomon desde el tercio superior del lado septentrional de una gran pirámide isósceles de 5.95m de altura, y que, si se continuase hacia el sur la trayectoria del estilo, llegaría justo al polo del reloj, sobre la línea que une las VI de la mañana con las VI de la tarde, situada 1 metro al sur de la base de la pirámide.

El gnomon lo constituye una larga



lanza de acero de 6.23m de longitud y sale ligeramente descentrado de la pirámide. Tiene una bola embutida, a 7.25m de altura al suelo, para hacer más nítida la lectura horaria, pero aún así, es fácil confundirse con las sombras de los árboles cercanos.

Está rematada la pirámide con un capuchón de protección metálico, y recubierta toda ella con losas de Calatorao. Las líneas horarias, materializadas con estas mismas losas oscuras, acaban en unos cuadrados más claros de cemento, de dimensiones 1.30m x 1.20m, donde están las horas en números romanos metálicos, todo ello con un acabado muy cuidado.

Cálculos:

Se han hecho tres comprobaciones del paso de la sombra por las líneas horarias:

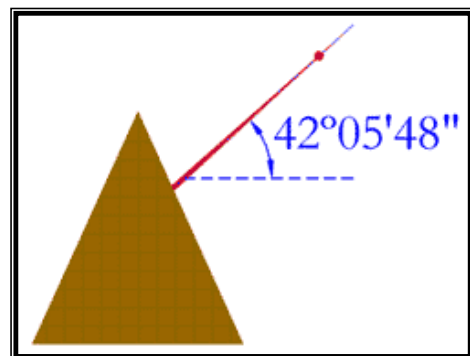
HORA	DIA	T.U.	SOLAR VERD	SOLAR HUSO
XII	7-3-2004	12:14	11:56	12:03
II	19-1-2006	14:12	13:55	14:01
XI	21-1-2006	11:08	10:50	10:57

Por proximidad, parece que la hora marcada es la Hora Solar Verdadera del Huso.

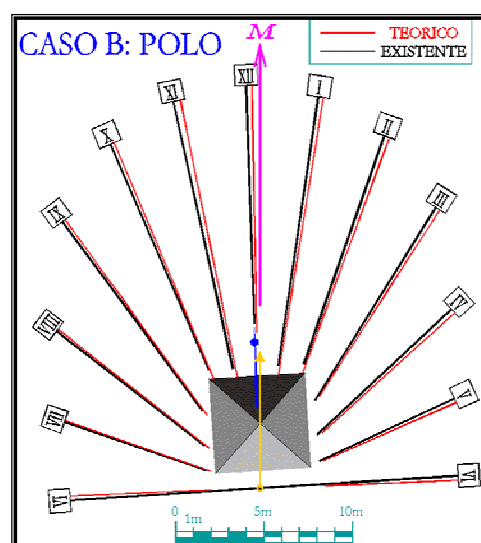
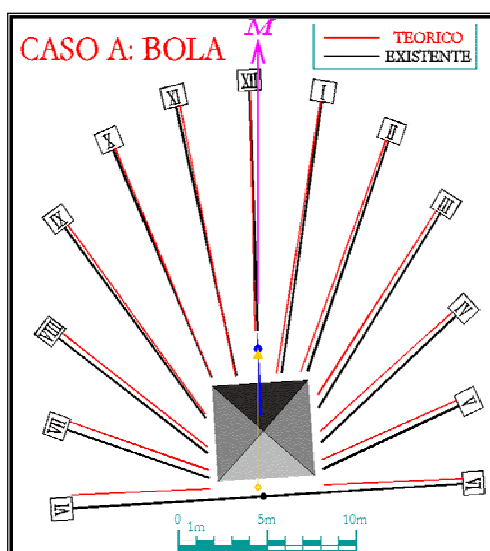


Se ha comprobado con teodolito (*) la orientación del reloj, siendo el azimut de las XII la cifra de $-1^{\circ} 55' 56''$ W con respecto al Norte Geográfico. La orientación correcta (con la corrección por longitud) debería ser $-1^{\circ} 07' 42''$ W, resultando una diferencia de $0^{\circ} 47'$, que traducido a 23.55m del polo de las XII, supone unos 32cm. de desplazamiento.

La inclinación del gnomon sobre la horizontal es de $42^{\circ} 05' 48''$, cuando la correcta debería de coincidir con su latitud, existiendo pues un giro de $0^{\circ} 43'$, lo que implica que la bola está caída 6cm. Pensamos que pudiera deberse al alabeo que haya deformado el acero con el paso del tiempo. Sin embargo, la dirección no apunta al N.G., si no que está girado hacia el Oeste



$2^{\circ} 06' 35''$ (29cm en la bola), cifra no achacable a la causa anterior.



En el caso A se ha hecho encajar el punto de la bola con el cuadrante teórico para sus parámetros. Las líneas cercanas al mediodía encajan aceptablemente bien, pero en las alejadas se aprecia una diferencia de unos 10min., fruto del desplazamiento del polo (60cm) por tener el gnomon una dirección que no apunta al Norte Geográfico. En el B se ha procedido al revés. Se ha solapado el diseño teórico justo en el polo existente, encajando bastante bien las líneas de mañana y tarde, pero con un error de unos 5min. las centrales del mediodía.

Comentario:

El hecho de que coincidan en el mismo sentido los dos desfases angulares, el de la línea de las XII ($-1^{\circ}55'$) con el giro del gnomon ($-2^{\circ}06'$), pudiera hacer pensar que el constructor sacó la meridiana con una simple brújula o con otro método poco adecuado para las dimensiones del reloj. Se ha hecho un tanteo (no mostrado aquí) para ver como encajaría un cuadrante para hora solar verdadera, girando el conjunto para estar las XII a mediodía, y han solapado algo mejor las horas, con lo cual, parece que se vuelve a cumplir el hecho de ser un soberbio y monumental cuadrante, pero con un ligero desfase en su cometido horario.

(*) Doy desde aquí nuestro agradecimiento a Lily Bravo por su desinteresada ayuda con su teodolito electrónico, sin cuyo inestimable auxilio, no se hubiera podido afinar el reloj Gracias, Lily.



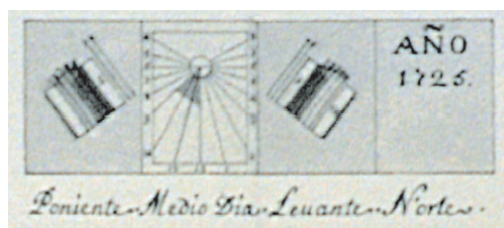
1725 - Fuente con cuadrantes solares en la Ciudadela de Pamplona

Por Miguel A. Bretos Noáin

Este artículo pertenece al capítulo de los desaparecidos relojes de sol de Pamplona, que el Dr. Baltasar Soteras desgranó en la Catedral de Pamplona el 20 de septiembre de 2003, en el coloquio suscitado tras la conferencia de Piers Nicholson de *British Sundial Society*. Entre ellos mencionó un “reloj de sangre” existente en la Ciudadela de Pamplona.

Indagando sobre este particular y merced a las orientaciones prestadas por Juan José Martinena, Director del Archivo General de Navarra, he encontrado unos cuadrantes que se recogen en un libro de reciente edición sobre *Las Murallas y la Ciudadela de Pamplona*, con motivo de la tesis doctoral del arquitecto Víctor Echarri. Si bien no tengo la certeza absoluta de que corresponda al que mencionó el Dr. Soteras. Sea como fuere, aquí queda publicado para conocimiento y disfrute de gnomonistas y Amigos de los relojes de sol.

*Dedicado a la memoria del Dr. Baltasar Soteras Elía.
Con agradecimiento al Historiador Juan José Martinena Ruiz.*



En 1725, existió en el centro del Plaza de Armas de la Ciudadela de Pamplona una fuente con tres cuadrantes solares sobre columna, de la que dejó constancia el ingeniero militar Carlos Blondeaux, según plano que se conserva en el Archivo de Simancas. En la actualidad ocupa su lugar otra fuente, aunque hay que celebrar que al menos se conserva un elemento de la original, perfectamente localizado por Juan J. Martinena, lo cual da fe de su existencia.

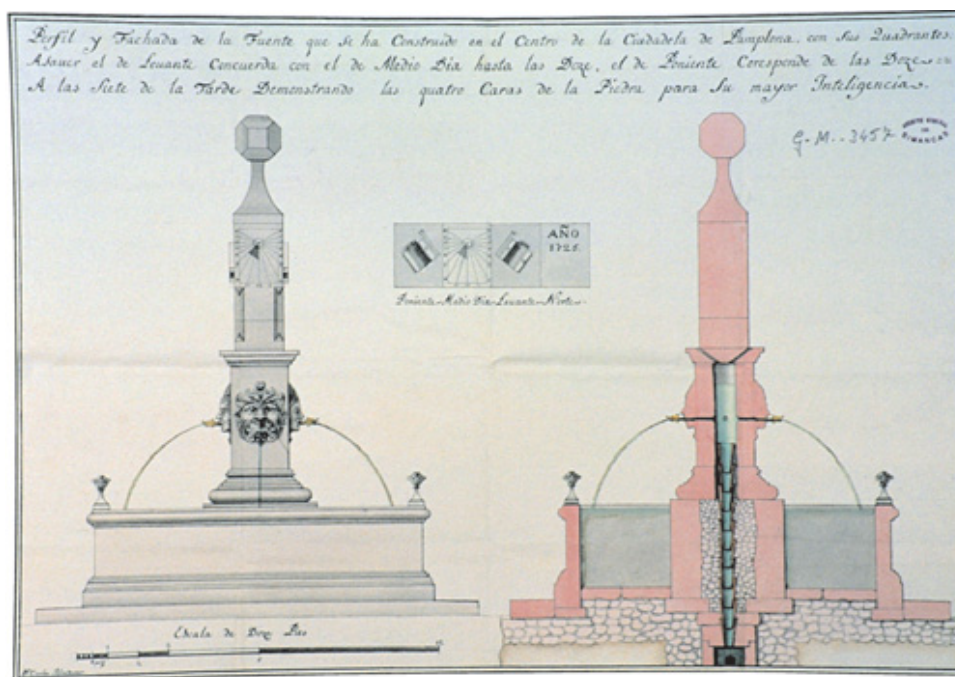
Cuadrantes solares

En la lámina se observa el desarrollo detallado de las caras de la columna que soporta los cuadrantes solares verticales. La de su cara norte, luce el año de su construcción -1725- y en las restantes, tres cuadrantes solares. Uno orientado al mediodía, entendemos que se trataría de un reloj de sol meridional orientado –ortomeridional-, y otros dos cuadrantes en los laterales. Esto es, un cuadrante orientado a Levante y otro a Poniente. Todos ellos con gnomones polares.

La leyenda que se observa en la lámina y el texto explicativo que la acompaña dicen así:

“Perfil y Fachada de la Fuente que se ha Construido en el Centro de la Ciudadela de Pamplona, con Sus Quadrantes. A Saver el de Levante Concuerda con el de Medio Día hasta las Doze, el de Poniente Corresponde de las Doze ~ A las siete de la Tarde Demostrando las quatro Caras de la Piedra para Su mayor Inteligencia”

La fuente era circular, con un prisma vertical en el centro y cuatro caños de agua. Como se decía en el título, tenía tres relojes de sol, sencillos en su cálculo al tener dos de sus caras la orientación norte-sur.



Plano de la Fuente con cuadrantes solares del ingeniero Carlos Blondeaux, que se conserva en el Archivo General de Simancas, publicado en el libro de Víctor Echarri.
Cedido por Gobierno de Navarra. Consejería de Cultura - Institución Príncipe de Viana.

Breve reseña histórica de la Ciudadela de Pamplona

Aunque pueda parecer un baile de números, la construcción de la Ciudadela de Pamplona, se inicia en 1572 durante el reinado de Felipe II. Es la primera que se construye en España, y además es una fortificación de carácter fronterizo. Veinte años después, se construiría una réplica de la misma a menor escala en Jaca, Huesca.

Si retrocedemos unas décadas en la Historia, veremos la estrecha relación de su construcción con la Anexión del Antiguo *Reyno de Navarra* a la corona de Castilla. Hasta 1512 la monarquía privativa de Navarra contó con su propio sistema defensivo distribuido por su geografía Foral, Castillos, Cabos de Armería, y otras fortificaciones con las que defender el *Reyno*.

La conocida Plaza del Castillo de Pamplona, que se empieza a conformar en 1545 al estilo de la actual, debe su nombre al Castillo Real que mandara construir Luis I el Hutín en 1308, en el límite de la muralla del primigenio burgo de Pamplona, el de la Navarrería. En 1513, pocos meses después de la Anexión, Fernando el Católico ordena la construcción de un castillo nuevo, situado en las proximidades del anterior, que pasa a ser utilizado como cárcel hasta su demolición en 1540. A la par se derriba la práctica totalidad de los castillos navarros. La construcción del Castillo de Santiago coincide con la época en que los avances de la artillería son tan notables, que sin haberlo terminado ya se ha quedado obsoleto. Es de planta cuadrada, foso con agua, puente levadizo y cuatro grandes torreones redondos en las esquinas, tan esenciales desde la época romana, con *escaraguaitas* (predecesores de los garitones) tanto en los torreones como en las *cortinas* que los unen.

Con el fin de evitar una invasión, traición o rebelión de los sectores proclives a Francia, las nuevas autoridades castellanas emprenden obras de fortificación, -de las que hoy apenas ha quedado huella- al término de cada una de las campañas militares (noviembre de 1512, 1521 y 1526) que tienen por finalidad restaurar la monarquía navarra. En 1530 la fortificación en Pamplona pasa a ser una de las prioridades de la corona de España.

Carlos V visita Pamplona en torno al año 1540 ordenando la construcción de algunos *bastiones* en diferentes puntos de la Ciudad. No podemos olvidar que el sistema defensivo de Pamplona era hasta entonces de tipo medieval, esto es, grandes y altos lienzos de muralla, que en la época del Renacimiento evolucionan ganando extensión y disminuyendo en altura. El bastión se forma con dos caras en ángulo saliente que sobresalen en el encuentro de dos cortinas de muralla. A partir de 1550 aparecen los

baluartes como mejora de los *bastiones* y *casamatas* –parte del bastión con forma de bóveda en que se instalan las piezas de artillería.



Baluarte del Redín de 1540 con alguna modificación, Capilla Barbazana y Catedral gótica de Pamplona. Construcción iniciada en 1394 por Lancelot de Navarra, hijo de Carlos III el Noble.

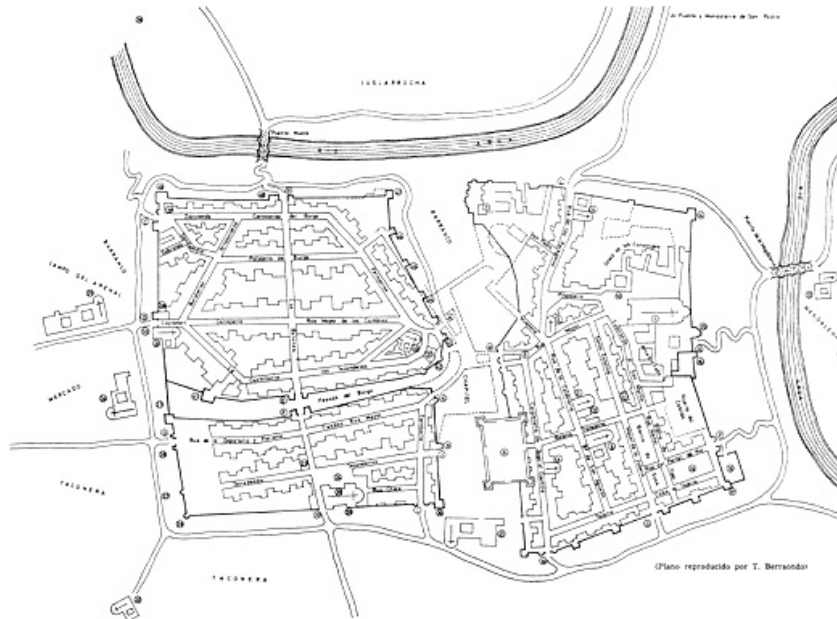
En 1572 Felipe II, consciente de que Pamplona es el punto de acceso a la Península por el Pirineo Occidental ordena, ante una posible invasión desde el lado francés, la construcción de un nuevo castillo, una Ciudadela o fortificación *a la moderna*. Con este nombre se conocen a las fortificaciones con *baluartes* que construyen los mejores *poliorcetas* del momento. Como casi todos ellos son italianos, estas se conocen también con el nombre de *obras a la italiana*. En el caso de Pamplona el encargo recae en manos de un prestigioso ingeniero italiano de 41 años, Giovan Giacomo Paleari, llamado *El Fratín*. Pero claro una obra de tal magnitud requiere de un gran impulso gubernativo, por eso Felipe II nombra virrey de Navarra a Vespasiano Gonzaga y Colonna que además de buen gobernante es un experto en *poliorcética, arte de atacar y defender plazas fuertes*.

Lógicamente la construcción de la Ciudadela requiere un estudio previo para su ubicación. Pamplona ya contaba hacia el norte y el este con las defensas naturales que propician los meandros del río Arga a su paso por la Ciudad. Algo que sin duda habrían apreciado los vascones y después los romanos. De hecho Pamplona, la Vieja Iruña, trasciende a la historia cuando Cneo Pompeyo Magno busca refugio y descanso para sus tropas en este *territorio amigo* en el invierno del año 75-74 a.C. A él debe Iruña “*la ciudad*” su nombre, que evoluciona de Pompaelo, a Pompelon (ciudad de Pompeyo cuyo gentilicio es *Pompelonenses*), Pampilona (Pampilonenses), y finalmente Pamplona (Pamploneses).

Así que puestos a construir una fortificación, ésta deberá cubrir el flanco más débil, y deberá contar con un elemento imprescindible, el agua. Máxime si se tiene previsto que los fosos que rodean la Ciudadela se han de llenar con agua y además se espera poder albergar en su interior de 6 a 8 batallones de 500 caballos –tres mil o cuatro mil hombres–.

Lo cierto es que más tarde se desechó la idea del *foso húmedo*, porque las *aguas subterráneas* no dieron más que para cubrir tres cuartas partes de la profundidad prevista, y el sistema de muros con compuertas para contener y evacuar el agua al Arga (cerca del Baluarte de Gonzaga) resultaba complicado en exceso. Además desde la perspectiva militar esto también tenía sus inconvenientes, caso de necesitar reunir tropas alrededor de la plaza para su defensa o hacer salidas por sorpresa.

El emplazamiento de la Ciudadela se lo debemos por tanto a El Fratín y a Vespasiano Gonzaga. En Junio de 1571 se celebró la ceremonia de inauguración de las obras en que se bautizaron los cinco *baluartes* con estos nombres; San Antón, San Felipe el Real, Santa María Reina, Santiago y la Victoria. Los *baluartes*, visto un plano de planta, son esas puntas con forma de pinzas, situados en cada uno de los vértices de la fortificación pentagonal, que le dan ese aspecto de estrella de cinco puntas. Con los cañones situados en los baluartes, era posible defender cada una de las *cortinas* o lienzos del pentágono de piedra.



Río Argara a su paso por Pamplona. Trazado de los burgos de Pamplona, La Navarrería, San Cernín y San Nicolás, hacia 1360-1423, según el historiador Juan José Martinena. En el límite de la Navarrería –centro de la foto- el Castillo Real iniciado por Luis I el Hutín en 1308, para hacer más presente la autoridad real. Entre los tres burgos, un espacio libre o “tierra de nadie” que fue motivo de enfrentamientos y lucha civil entre estos, desde principios del s. XIII hasta el 8 de septiembre de 1423, en que Carlos III el Noble los pacifica y une mediante el Privilegio de la Unión. Si bien las murallas no se unirán hasta un siglo después. Ilustración publicada en “La Pamplona de los burgos y su evolución urbana, siglos XII-XVI”

Aunque la conveniencia de crear ciudadelas en torno a las ciudades fue objeto de debate y controversia para monarcas y gobernantes de varias ciudades del continente europeo, la de Pamplona se construyó junto a la ciudad y además se unió mediante frentes fortificados de piedra y baluartes a las murallas ya existentes. Para el *lienzo* de la parte este y la *cortina* de la Ciudadela que mira a la Ciudad, se utilizó la piedra del Castillo de Santiago, por lo que hoy no queda ningún vestigio de él. Se sabe de su apariencia por los planos que se conservan en el Archivo de Simancas.

Siguiendo las pautas de las fortificaciones fronterizas, dos de las puntas de la Ciudadela quedaron hacia dentro, mirando a la ciudad, así quedaba guarnecida de un posible ataque o rebelión desde el interior, *peligro intrínseco*, y con los restantes se defendía del peligro exterior o *peligro extrínseco*.



La zona que circunda una fortificación se denominaba *zona polémica* (del griego *polemos*) o *pomerium* en las ciudades romanas fortificadas. La de Pamplona no fue una excepción, también la tuvo. Por cuestiones defensivas, desde Carlos V, y después por mandato del ramo militar, no se permitía construir edificios a una distancia de 1500 varas en torno al perímetro de la fortificación, ni tan siquiera plantar árboles en los que pudiera parapetarse el enemigo. Esa zona se mantuvo en Pamplona hasta 1940, y por eso creció constreñida por sus murallas hacia arriba, con calles estrechas y sombrías, pese al recorte de los aleros de los tejados. La contrapartida es que hoy se puede disfrutar de unos cuantos parques y jardines, en torno al Casco Antiguo de la Ciudad.

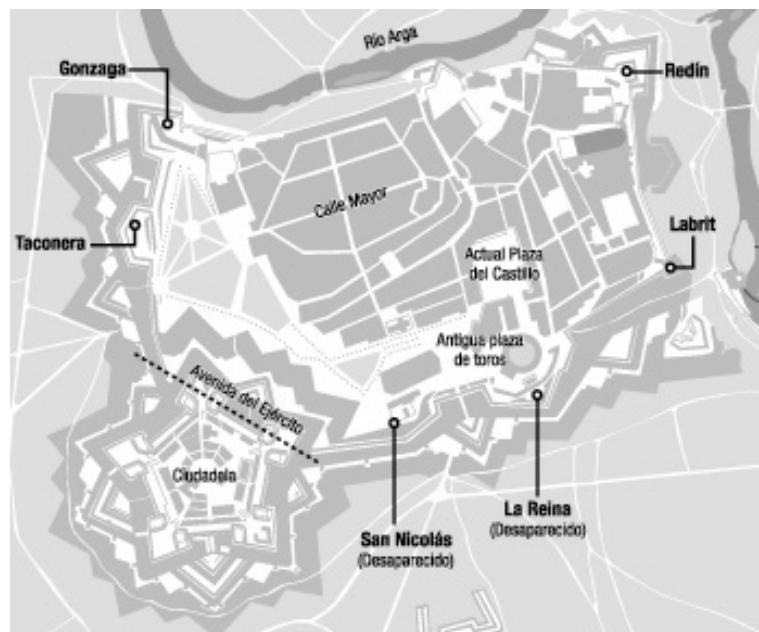
La Ciudadela se inauguró de manera simbólica en 1646, pero lo cierto es que a causa de los avances de la artillería, los trabajos de fortificación de la plaza se sucedieron a lo largo de tres siglos, desde Carlos V hasta Fernando VI. Las últimas obras en el recinto amurallado terminarán a finales del s. XVIII.



Ciudadela de Pamplona y sus Baluartes.

Al fondo a la izquierda Baluarte de San Antón, San Felipe el Real en el centro, y Santa María Reina a la derecha. En primer plano a la izquierda Baluarte de la Victoria, y Baluarte de Santiago a la derecha. A la izquierda de la fotografía, Puerta Principal de Acceso -la que mira a la ciudad- entre los baluartes San Antón y Victoria. A la derecha, guarnecida con las troneras de los dos baluartes que la flanquean, Puerta del Socorro -por la que recibir refuerzos- previo paso por las respectivas puertas de sus medias lunas y revellines.

De todo el recinto amurallado se conservan en pie casi dos tercios de sus lienzos. Si bien la Ciudadela, con planta de estrella de cinco puntas, pierde hacia 1888 los dos baluartes que miraban hacia el interior de la Ciudad, el de la Victoria y el de San Antón, con motivo de la construcción del primer ensanche. Primera expansión urbanística de Pamplona, todavía dentro del recinto amurallado.



Plano de la Ciudadela, Murallas y Baluartes sobre el plano actual de Pamplona.
Cedido por Diario de Navarra.

Y así llegaron las *murallas* y siete baluartes hasta la Pamplona de 1920, en que comienza el derribo de las *murallas* (1918-21) desapareciendo los baluartes de San Nicolás y La Reina. Mencionar que entre los de Gonzaga y el Redín, existió otro, el *baluartillo* del Abrevador junto al Portal de Francia o de Zumalacárregui, que por cierto aún cuenta con el Puente Levadizo (1751-1759) de su puerta exterior.



Baluarte del Redín, Capilla y Ronda Barbazana. En la parte inferior del centro derecha de la fotografía, acceso a Pamplona por el Portal de Francia (con el Puente Levadizo hacia arriba).

Creación del Cuerpo de Ingenieros en España

Merece la pena destacar que el *cuerpo de ingenieros* lo crea en España en 1710 el marqués de Verboom, nombrado ingeniero general de los ejércitos a tal efecto. Para entonces se habían formado los correspondientes cuerpos en Bruselas por Sebastián Fernández de Medrano y en Francia el *Corp du Génie* por Sébastien le Preste de Vauban, antiguo alumno de la de Bruselas, que llegó a ser una figura cumbre en el arte de fortificar. Estas escuelas se constituyen y ponen a prueba con las guerras hispano-francesas en los Países Bajos de segunda mitad del s. XVII. Por cierto, Verboom nació en Amberes (Bélgica), ciudad de los Países Bajos en la que España construyó en tiempos del Renacimiento una Ciudadela según trazas del ingeniero militar Francesco Paciotto de Urbino. Ésta fue la que sirvió de modelo e inspiración para la construcción de la de Pamplona.

El gobierno de Felipe V le requiere a Verboom para la creación del Cuerpo de ingenieros en España, al estilo centralista francés, quien elabora varios informes solicitando como base del Cuerpo a los ingenieros que habían trabajado con él en Flandes. Pero no pudo contar con muchos, ya que algunos habían muerto, otros estaban prisioneros y otros no eran fieles a la nueva dinastía. Ingenieros formados a la sombra de Vauban, del que el propio Verboom, autor del proyecto general de 1726 de la Ciudadela también recibió influencias en las campañas de los Países Bajos. Verboom considera que en las plazas españolas debería haber alguien que entendiese de fortificaciones, y envía a Pamplona a la elite del cuerpo. No en vano Pamplona era una plaza fuerte.



Contraguadías previas al acceso a la Ciudadela por la Puerta del Socorro.

Es un Cuerpo jerarquizado piramidalmente, que no dependerá del generalato y jurisdicción de artillería, en el que se asciende por mérito y capacidad, que no por antigüedad. La carrera comienza con el grado de delineante que permite ingresar como ingeniero ordinario o en tercera, y posteriormente ascender por méritos a ingeniero en segunda y a ingeniero jefe. Como curiosidad decir que el Cuerpo de ingenieros militares se convierte en 1718 en el principal grupo organizado de técnicos del Estado. En 1723 contaba con 86 miembros, y en 1733 con 129, una cifra claramente inferior al del *Corp du Génie* francés, que a principios de dicho siglo contaba con una plantilla de 300.

La misión de éstos y las autoridades militares durante el siglo XVIII consiste no sólo en mejorar sus defensas, sino también en adecuar sus instalaciones interiores distribuidas en diversos recintos. La función del ingeniero general, inspeccionar todas las fortificaciones importantes del reino, al que los ingenieros directores de provincia deberán tener debidamente informado. A esto se debe que pueda estar datada la fuente objeto de este artículo.



Portal de Francia o de Zumalacárregui (1751-1759), con su Puente levadizo proyectado por varios ingenieros. Diseñado definitivamente por Verboom en 1726.

Por los informes de 1720 requeridos al ingeniero en jefe Ignacio Sala para la evacuación del agua de lluvia de los fosos y otros asuntos, en que se detallan las obras necesarias que hay que llevar a cabo, sabemos de la existencia de cuatro pozos en la Ciudadela; el de San Antón (hundido), el de Santiago y el del Real (que no eran a prueba de bomba) y el de Santa María que estaba en buen estado. Sala recomienda, caso de hacer uno nuevo, se construya con bóveda a prueba de bomba, en el centro de la Ciudadela o lo que es lo mismo en el centro de la plaza de armas.

Como curiosidad mencionar que una guarnición de 40 hombres podía aguantar un sitio de 109 días, sin contar con el agua nueva que pudiera entrar en estos pozos. Ya que el de Santiago, por ejemplo, estaba 20 pies por debajo de la cota de los fosos.

La propuesta de Sala se remite a Verboom, quien la desestima por lo poco conveniente que pudiera ser su presencia, ya que estorbaría en caso de que las tropas tuvieran que moverse en batalla. Así que autoriza hacer un nuevo pozo en lugar del de San Antón, pero en otro lugar.

Mucho debieron cambiar las cosas para que cinco años después, el ingeniero francés Blondeaux, consiguiera proyectar y construir una fuente en el mismo emplazamiento.

Carlos Blondeaux

Con las campañas de Córcega (1717) y Sicilia (1718) se intensificó el reclutamiento de ingenieros y se incorporan unos 60 miembros. Blondeaux fue nombrado ingeniero ordinario en enero de 1718, y hacia 1720 participa en la campaña de Sicilia donde le hieren varias veces, por lo que Verboom pide su ascenso a ingeniero en segunda y capitán. Después vendría a Pamplona. Más tarde es destinado a La Habana, y ya en 1733 es ingeniero jefe con destino en puerto de Veracruz. Muere en Nueva España. Sus ascensos fueron lentos y no participó en puestos de relevancia, por lo que no parece que fuera un ingeniero de los más considerados por Verboom. Según cuenta Víctor Echarri en su libro, entre la documentación manejada sobre la fortificación de Pamplona apenas se han encontrado noticias suyas.



Puerta del Socorro a la izquierda, y Plaza de Armas en cuyo centro construyó Blondeaux la Fuente, o Cisterna según aparece denominada en un plano anónimo del IHCM (ca. 1725–1730)

Fuente con cuadrantes solares sobre columna en la Ciudadela de Pamplona

Las múltiples publicaciones de Juan José Martinena Ruiz, relacionadas con la historia de Pamplona y Navarra, han servido como punto de referencia para otros autores y publicaciones. El arquitecto Víctor Echarri, ha puesto el broche de oro a la historia de la fortificación en Pamplona con su publicación sobre *Las Murallas y la Ciudadela de Pamplona*. De ahí que el Archivo General de Navarra, haya albergado en 2005 con motivo de su traslado al antiguo Palacio de los Reyes de Navarra, una exposición *Muraria* sobre la Pamplona amurallada. Para la ocasión se construye una hermosa maqueta de la Ciudad de Pamplona de 1900, y se publica un libro con el mismo nombre, que recoge la historia de la fortificación en Pamplona al ritmo que los diversos asentamientos, invasiones, guerras y culturas han determinado. Desde la Primera y Segunda Edad de Hierro pasando por el asentamiento romano, hasta llegar al Fuerte en el monte San Cristóbal, el más importante de su género en España, cuya construcción se inicia en 1878.



Maqueta de Pamplona en el año 1900. ¿Había desaparecido para entonces de la Plaza de Armas de la Ciudadela, la fuente de Blondeaux o su ausencia se debe a un desliz?

Sobre el reloj que mencionó el Dr. Soteras no acierto a saber si la denominación de *reloj de sangre* pudo hacer referencia a algún sistema de medición de tiempo accionado por tracción humana o animal, como ocurría con algunos molinos, tiros, etc., pero de ser así ya no estaríamos hablando de un reloj de sol. Esa denominación nos podría hacer pensar en un sistema de medición de tiempo basado en relojes de arena o mecánicos con los que ordenar la vida interna de la guarnición. Puede que la denominación fuese sencillamente poética.

Curiosamente en la Ciudadela de Pamplona no se derramó tan preciado fluido, ya que según explica el arquitecto Joaquín Lorda, *las bocas de fuego* de las cañoneras de esta Ciudadela permanecieron mudas a excepción de las preceptivas salvas de ordenanza de visitas oficiales y fiestas. Y para colmo esta Ciudadela tan bien pertrechada, tantas veces adaptada y reformada a lo largo de tres siglos contra hipotéticos posibles ataques -que presumiblemente vendrían del lado francés- fue tomada simulando una batalla de bolas de nieve. Ciertamente ocurrió en un momento en que la guarnición era exigua. Fueron los soldados de elite de la tropa napoleónica con el general D'Armagnac al mando. En febrero de 1808 con paso autorizado por España hacia Portugal para su ocupación, el general no obtuvo permiso del Virrey de Navarra para alojar dos batallones en el interior de la Ciudadela. Se les negó el cobijo pero no el pan que se fabricaba en su horno -que por cierto aun se conserva- y al ir recogerlo vestidos de furrieles simulaban una batalla con bolas de nieve. Con este ardid entró la tropa francesa, tomando con rapidez la inexpugnable Ciudadela. Claro que además contaban con los planos de su interior, de cuando la habitaron en 1702, en que se inicia el conflicto por la sucesión del trono español que dividió a España en dos bandos. Navarra se decantó por el lado francés, y así estuvo la tropa francesa, el eterno hipotético enemigo, defendiendo la Ciudadela, por lo que esta no sufrió ningún daño. Sus ingenieros hicieron reconocimientos y planos de la fortificación, que aun se conservan en los *Archives de Génie* de Francia, según explica Víctor Echarri. Planos que bien les vino un siglo después, en la antesala de la Guerra de la Independencia.

Consultados el *Vocabulario Navarro* de José María Iribarren, todo un referente a nivel nacional por su libro *El porqué de los dichos*, y el D.R.A.E., por si encuentro en éstos la clave de la cuestión, lo único que se me ocurre, es que el apelativo atribuido a los cuadrantes les pudiera venir dado por los cuatro caños, *sangreros* o *sangradores* con que contaba la fuente. Pero no quisiera ser categórico con esta interpretación. Quien sabe, puede que la Ciudadela hubiese contado con más de un reloj de sol. Igual con el tiempo alguien arroja una luz sobre este particular y se aclara el asunto. Sea como fuere, fruto de esa búsqueda, doy con los cuadrantes solares que Víctor Echarri recoge en su libro. Una lámina de una fuente con tres cuadrantes solares cuyo plano se conserva en el Archivo de Simancas, que casualmente data del tiempo del emperador Carlos V en que se inician sus fondos y cuya organización se debe a una instrucción de 1588 de su hijo Felipe II. La lámina está firmada por el ingeniero Carlos Blondeaux.

Hoy en día delinear un plano no implica ser el autor del mismo, pero consultado Martinena sobre este aspecto, no le caben muchas dudas para atribuir a Blondeaux la autoría de la fuente con tres cuadrantes solares.

Elemento conservado de la fuente original

Visto que durante la vida militar de la Ciudadela se sucedieron numerosos estudios, propuestas de mejora, y planos, algunos de los cuales no llegaron a ejecutarse, me asalta la duda de si esta fuente se habría llegado a construir realmente. Aprovecho uno de mis habituales encuentros *de par de mañana* con Juan José Martinena, camino de nuestros respectivos trabajos y le pregunto si conoce el posible paradero de esta fuente. Me responde que en uno de los parterres de la Ciudadela se encuentra el *Prisma* que remataba la fuente. De esa misma tarde de 16 de agosto de 2006, es la fotografía que adjunto.



Pabellón de Mixtos próximo al Horno. En primer plano el poliedro de la fuente de Blondeaux.

Al final, con toda la información recopilada y datos obtenidos, tengo la ligera sensación de que Martinena, como buen Archivero y doctor en Historia ha disfrutado con mis preguntas e indagaciones sobre este asunto, y me ha dejado ir dando pasos para ver hasta dónde llegaba, en mi pequeño recorrido por los vericuetos de la Historia de Pamplona.

El prisma, y esto es para nota, viene a ser -a diferente escala- como el del reloj poliédrico de Stefano Buonsignori (s. XVI). Ése del que existe una réplica que comercializa en España *Antiquus* en cuyos cálculos se vio implicado Juan Serra Busquets. El primero, el de Blondeaux, descansaba sobre una de sus caras cuadradas y el segundo, el de Buonsignori, lo hace sobre una de sus caras hexagonales.



Fotografía de detalle del Poliedro de piedra de 18 caras, -6 cuadradas y 12 hexagonales- que remataba la fuente de Blondeaux.

La medida del lado de sus cuadrados es de un palmo aproximadamente. A la derecha se observa el orificio de anclaje a la columna de la fuente. ¿Daremos algún día con el resto?

Para concluir, he de reconocer que con la perspectiva actual, una fuente hoy no tiene la mayor trascendencia, pero a mi modesto parecer, la fuente de la Ciudadela, con carácter funcional y ornamental -que no público, ya que se encontraba en el interior de una fortificación- se adelanta de alguna manera a su tiempo. Y es que hay un detalle que no podemos pasar por alto. El aprovisionamiento de agua de consumo y supresión de residuales -el alcantarillado de las calles de Pamplona- se culminaría en 1772, los años de la Ilustración. En 1790 se inaugura con una fuente provisional de 24 caños en el exterior del recinto amurallado, *la traída de aguas a Pamplona* desde el nacedero de Subiza. Para su conmemoración, el *Regimiento* o Ayuntamiento de entonces, encarga a Luis Paret -mejor pintor del momento después de Goya- el diseño de cinco fuentes públicas, que entrarían en funcionamiento en 1798, contribuyendo con su caudal a precipitar las residuales al Arga. Todavía podemos ver en el Casco Antiguo de Pamplona esas fuentes. Un concepto que ya había traído a la Ciudadela de Pamplona, casi 75 años antes, el ingeniero militar Carlos Blondeaux.



Primeras nieves de 2007 sobre la fuente de Luis Paret y Alcazar (ca. 1798) en la Plaza de las Agustinas Recoletas de Pamplona.

El Ejército cedió la Ciudadela de Pamplona al Ayuntamiento en 1966, y fue declarada Monumento Nacional en 1973. Hoy es un lugar de esparcimiento cultural. En el lugar que ocupó la fuente de Blondeaux conocí hace no muchos años una fuente, un ingenio musical a base de laminitas que se accionaban por medio del agua y del viento. Pero se conoce que no debió gustar o no permitía la tranquilidad que la lectura de los que la visitan requiere. Puede que simplemente su mantenimiento fuera costoso.

En la actualidad ocupa el centro de la Ciudadela esta fuente, adornada con plantas y flores, rodeada de siete grandes abetos, que caso de existir la de Blondeaux dificultarían a sus cuadrantes y gnomones cumplir con su función.



Fuente en centro de la Ciudadela. Al fondo Sala de Armas, antes Arsenal de artillería, según trazas (noviembre de 1725) del ingeniero Jorge Próspero de Verboom.

Quien sabe si con el beneplácito de las autoridades municipales y el permiso de los nublados días con que nos obsequia Pamplona, se pueda reconstruir la fuente de Blondeaux y observar en sus cuadrantes el transcurso del tiempo que determina el sol en su movimiento aparente.

Artículo y fotografías © Miguel A. Bretos Noáin
Ingeniero Técnico de Telecomunicación
Planetario de Pamplona
mbretosn@hotmail.com

Verano 2006 - Invierno 2007

ECUACIÓN DEL TIEMPO 2007: APLICACIONES PRÁCTICAS

Por José Hernández Alcázar

La hora señalada por un reloj de sol puede diferir en muchos minutos, incluso en horas, del Tiempo Oficial en un lugar dado. El tiempo solar se basa en el movimiento diurno del Sol verdadero tal como se observa en un lugar determinado y el Tiempo Oficial se basa en distintos convenios que sirven para uniformizarlo en distintos países.



El tiempo solar local verdadero es el ángulo horario del Sol, y es la diferencia entre el tiempo sidéreo local verdadero y la ascensión recta del Sol.

Este tiempo, naturalmente, no es uniforme debido a varios factores: la órbita terrestre que no es circular, sino elíptica, a la inclinación entre el plano de la elíptica y el ecuador y a que el movimiento de la Tierra es irregular. La suma de todos estos factores da lugar a que se diferencien en ocasiones dos días seguidos en 30 segundos (con respecto a 24 horas de 86.400 segundos).

Para corregir todos estos factores se definió a mediados del siglo XIX el tiempo solar medio, un sol “virtual” que se mueve de manera uniforme y que coincide con el movimiento medio del Sol verdadero.

La ecuación del tiempo se define como la corrección al tiempo medio para obtener el tiempo solar verdadero.

La ecuación del tiempo es pues: $ET = TV - TM$

Siendo:

ET = Ecuación del Tiempo
 TV = Tiempo verdadero
 TM = Tiempo medio.

La ecuación que da el Anuario del Observatorio Astronómico para 2007 es:

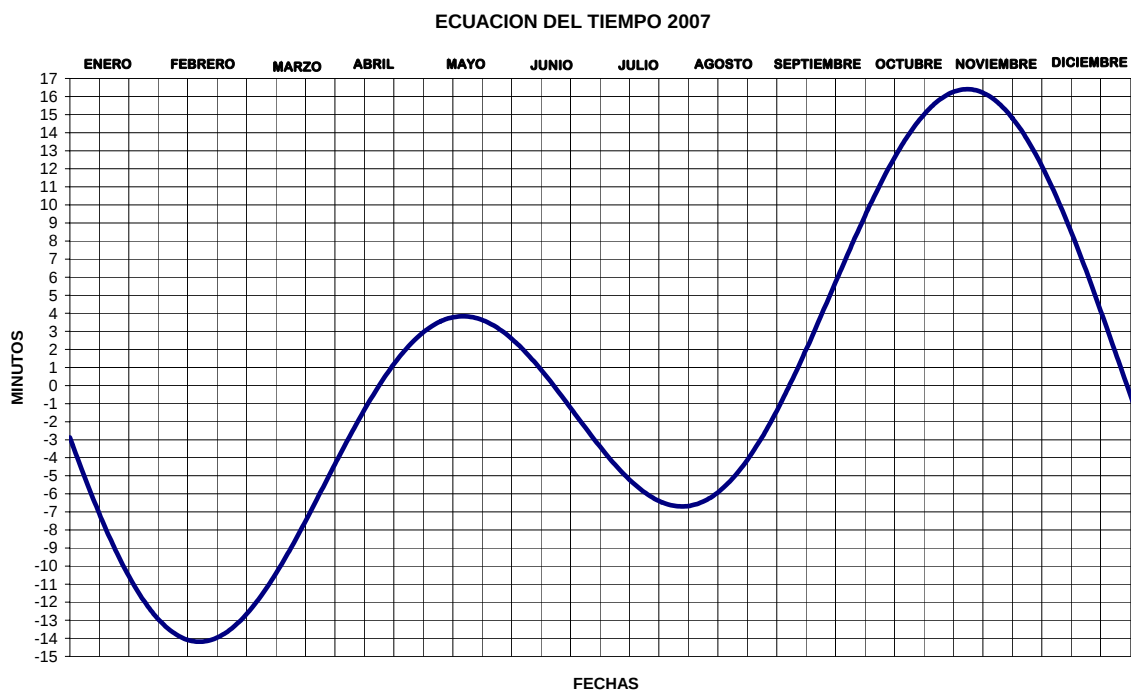
$$ET = 596\text{sen}(198^\circ + 1,9713^\circ d) + 442\text{sen}(175^\circ + 0,9856^\circ d)$$

Siendo d = día del año

La ecuación se anula en cuatro fechas del año: 16 de abril, 14 de junio, 3 de septiembre y 26 de diciembre; en estas fechas prácticamente coincide el tiempo solar verdadero y el tiempo solar medio.

El valor absoluto máximo de la ecuación del tiempo no supera los 16,5 minutos. Su variación en un día como hemos dicho anteriormente no excede los 30 segundos. Con esta ecuación aproximada el error que se comete es inferior a medio minuto.

La hoja de cálculo Excel que se acompaña desarrolla la ecuación mencionada, y en la figura se observa el desarrollo anual de la misma



La Ecuación del Tiempo sirve también para, de una manera muy sencilla, que podamos determinar con ayuda de un reloj de pulsera debidamente puesto en hora con los pitidos de alguna emisora de radio, y una plomada, la dirección del norte.

En un lugar determinado, que conozcamos su longitud expresada en hms (horas, minutos y segundos), la culminación del Sol viene dada por:

$$\text{Paso meridiano} = 12\text{h} - ET - \lambda.$$

Siendo: ET = Ecuación del Tiempo y λ . la longitud.

Si conocemos únicamente la longitud del lugar expresada en grados, minutos y segundos se pasa a hms teniendo en cuenta que cada grado son 4 minutos de tiempo.

Ejemplo:

A mediodía del 20 de noviembre de 2007, la Ecuación del tiempo es 14,143242 minutos, si multiplicamos la parte decimal de la cifra por 60 nos da el tiempo en minutos y segundos sexagesimales.

$$0,143242 \times 60 \approx 8 \text{ segundos, luego } 14,143242 \text{ minutos} = 14 \text{ minutos, } 8 \text{ segundos.}$$

En la ciudad de Murcia, con una longitud de $1^{\circ}07'38''$ de longitud oeste, equivalente a -4 m 31 seg., el Sol pasará por el meridiano a las:

$$12\text{h} - (+14\text{m } 08\text{s}) - (-4\text{m } 31\text{s}) = 11\text{h } 50\text{m } 23\text{s}.$$

Como estamos en otoño, le sumamos una hora.

Luego a las 12h 50m 23s. de nuestro reloj de pulsera, el sol atraviesa nuestro meridiano, y la sombra que proyecte será la dirección norte – sur.

En el caso de que nuestra población se sitúe al este del meridiano de Greenwich, por ejemplo Palma de Mallorca con longitud $2^{\circ}39'06''$ de longitud este, y por lo tanto + 10 m 36 seg. de tiempo, el cálculo sería:

$$12\text{h} - (+14\text{m } 08\text{s}) - (+10\text{m } 36\text{ s}) = 11\text{h } 35\text{m } 16\text{ s}.$$

Como estamos en otoño, le sumamos una hora.

Luego a las 12h 35m 16s. de nuestro reloj de pulsera, el sol atraviesa nuestro meridiano, y la sombra que proyecte será la dirección norte – sur.

Todos estos datos se recogen en distintas tablas del Anuario del Observatorio Astronómico para 2007.

Este Anuario se acaba de poner a la venta en todas las sedes del Instituto Geográfico Nacional y su precio es bastante asequible.

Nota: Puedes ver la Ecuación del Tiempo para cada día del año en la [tabla excel](#) adjunta.

© José Hernández Alcázar, 2007

CUARTO CÓSMICO

Por Joan Serra Busquets

No hace mucho tiempo Rubén Hernández, desde Querétaro, México, ha entrado a formar parte del grupo Carpe Diem. Y lo ha hecho con fuerza presentándonos un original “cuarto cósmico” que nació por casualidad debido a un mal ajuste de la cubierta de su techo.

Este desajuste que ocasionaría cierto malestar en otros le sirvió a él como inspiración para controlar los rayos solares que por allí si filtraban y construir una meridiana en la habitación.



No tiene sentido que aquí explique como se construyó la meridiana y su funcionamiento ya que el mismo autor lo explica detalladamente, con video incluido, en su propia página web por lo que, desde aquí, invito a todos aquellos que aún no lo hayan visto que lo hagan a través de este enlace:

<http://www.ruben.com.mx/reloj/reloj.html>

EL NOMBRE DE LA ROSA

Por Francisco J. Albertos

Umberto Eco (Alessandria, 1932), profesor de la Universidad de Bolonia, nos deleitó con su extraordinaria novela **El nombre de la Rosa (1980)**, haciendo gala de una gran erudición y en la que se reseña la reunión, a principios del siglo XIV, entre una delegación papal, en una Abadía de benedictinos, junto, además, con franciscanos y dominicos; estas tres órdenes religiosas son de las más caracterizadas del catolicismo de aquella época. A los benedictinos se les considera como un gran soporte en la salvación de la cultura en la Europa medieval, guardada en las bibliotecas de sus abadías, en una época en que no existían las imprentas y los libros habían de elaborarse manualmente, a los franciscanos como representantes del espíritu inicial de los fundamentos de la iglesia con su pobreza y a los dominicos como garantes de la predicación de la doctrina y la vigilancia de su pureza, para lo cual contaban con la Inquisición (cuya instauración en parte de Europa y en la Corona de Aragón fue muy anterior a su establecimiento en el Reino de Castilla por los Reyes Católicos), que usaba la hoguera y cuantos instrumentos de terror fuesen necesarios para disuadir al heterodoxo más templado, (también eran llamados los *domini canes*, los perros del señor).

El final novelístico acaba con una frase latina: *Stat rosa pristina nomine, nomine nuda tenemus*, que suele traducirse libremente como: **“De la rosa nos queda únicamente el nombre”** dejando una incógnita en el aire por su interpretación; en realidad este final justifica el título del libro, ya que viene a decir que, con el transcurso del tiempo: el trabajo, la belleza, los esfuerzos, etc, desaparecen y después sólo quedan los nombres. Rosa, por tanto, es el nombre considerado que más méritos tiene para recordarse.

Esta novela, pionera en su género, tuvo un gran éxito de público lector. Le siguió otra, cuyos incondicionales estuvieron expectantes ante su aparición, titulada “El péndulo de Foucault” (1988) pero Eco no tuvo tanto éxito (*nunca segundas partes fueron buenas*, previene certeramente Cervantes en su D. Quijote).

No me extrañaría que, Umberto Eco, se hubiese inspirado en la narración que Fiodor M. Dostoyevski, inserta en su novela *Los hermanos Karamazov* (libro V, capítulo V, El gran Inquisidor) donde da una interpretación de la condena de Jesucristo, en una hipotética segunda venida a este mundo, por la Inquisición Sevillana.

El nombre de la Rosa tuvo continuación en una película (1986), de igual título, dirigida acertadamente por el francés J.J.Arnaud, con Sean Connery como actor principal, interpretando a Guillermo de Baskerville. También la película tuvo un gran éxito de público.



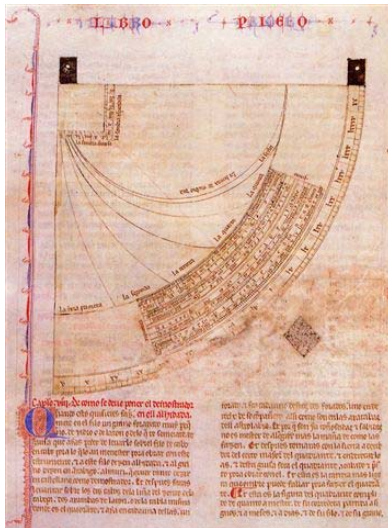
En ella aparece Guillermo de Baskerville con un **astrolabio** y un cuadrante. Estos instrumentos son muy apreciados por mí, a los que he dedicado gran tiempo de estudio y reflexión para conocer su funcionamiento. El astrolabio ha sido descrito, en síntesis, como un **computador analógico**, en donde pueden representarse la posición de las estrellas, y por ende saber sus coordenadas astronómicas, para un día y hora cualesquiera, conocer la hora de noche y de día, y un sinfín de más utilidades.

He podido determinar el astrolabio usado en la película, del que no se dan noticias en su listado. Se trata de un ejemplar hispanoárabe

conservado en el Museum of the History of Science, de Oxford, y que fue hecho en Toledo en el año 460 de la Hégira (1068 J.C.), se trata, por tanto, de uno de los ejemplares conocidos más antiguos. Hay seis láminas grabadas con sus proyecciones dedicadas a latitudes de ciudades tales como La Meca, Damasco, Bagdad... Sevilla, Málaga, Granada... Zaragoza, Calatayud, Huesca, Barbastro. Su autor fue el artesano andalusí Ibrahim ibn Said al-Sahli (Astrolabes of the World, Robert Gunther, p. 253; Instrumentos astronómicos en la España medieval, p. 82; El legado científico Andalusí, p. 223). Se conserva otro astrolabio de este mismo en el Museo Arqueológico Nacional, de Madrid, construido también en Toledo, en el mes de Xaban del año 459 de la Hégira (Catálogo crítico de astrolabios existentes en España, Salvador García Franco, p. 229 y ss.).



Puede observarse un grabado, del Libro del Saber de Astronomía de Alfonso X el Sabio, rey de Castilla, en cuya Corte coexistían pacíficamente sabios cristianos, árabes y judíos, de un cuadrante que es muy similar al que aparece en la película, y con el que se podía determinar la hora solar.



Todavía no se ha reconocido suficientemente, en la cultura occidental, la gran aportación árabe a la ciencia en su conjunto; aunque poco a poco se van conociendo sus grandes figuras y su extenso repertorio de obras sobre astronomía, medicina, álgebra, química, botánica y agronomía, etc. Muchas palabras usadas en la ciencia y en la técnica son de origen árabe: alidada, almicantarada, azafea, nadir, cenit, álgebra, algoritmo, alambique, albayalde, alcalí, alcohol, alhelí, almagre, almidón, almizcle, alquimia, alquitrán, albahaca, albaricoque, alcachofa, alcaparra, alcornoque, alfalfa, algodón, azafrán, azúcar,

albufera, alcorque, alfaguara, algaida, almadraba, alfarero, alfarje, alféizar, aljibe, almena, y un largo etcetera. Sin olvidarnos de alcoba y almohada tan necesarias para el arte de bien descansar.

Astrolabio marino



La gran complejidad de uso del astrolabio fue sustituida por otra función más sencilla para uso de los navegantes, a los que sólo les era necesario determinar la latitud. Para poder determinarla se puede actuar de dos formas: conocer el mayor ángulo de elevación del sol (cenit, mediodía) con respecto al horizonte y conocer la declinación solar del día de la observación y realizar una sencilla operación matemática; o por la observación de la elevación de la estrella polar con respecto al horizonte. Para lo cual se le dotó de gran masa, al objeto de disminuir al máximo las oscilaciones y vaciándolo para que no lo alterase la influencia del viento, todo esto hacía que el centro de gravedad del instrumento estuviese lo más bajo posible. En el grabado del libro **Regimiento de navegación**, de Pedro de Medina, Sevilla, 1563 puede verse la forma de tomar la elevación la altura del sol, al pasar un rayo de sol por las dos pínulas de una misma alidada (ángulo formado por el sol, observador y el horizonte). Ayudados con sólo este instrumento para determinar la latitud y la brújula para orientarse, cruzaban los marinos el Océano Atlántico para ir a América y, más adelante, seguir cruzando el Pacífico y dar la vuelta al mundo.

En la reciente película *Tirante el Blanco* (2006), dirigida por Vicente Aranda, aparece un ejemplar de astrolabio marino, colgado en la cámara de un barco. Está basada en la novela de caballerías de igual nombre, y que es el único libro de este género que la pluma de Cervantes libra de ser quemado en el escrutinio que el cura y el barbero hacen en la biblioteca de Don Quijote: “*¡Que aquí esté Tirante el Blanco! Dádmele acá, compadre; que hago cuenta que he hallado en él un tesoro de contento y una mina de pasatiempos.*”



El código Da Vinci (2003), por Dan Brown (Exeter, 1964)

El gran éxito de mercado de *El Nombre de la Rosa* ha hecho que le sigan una legión de otros libros que han dado lugar a una subliteratura, cuyos títulos: *Los caballeros de Salomón*; *El testamento de Judas*; *La búsqueda del Santo Grial*; *Los hijos del Grial*; *Templarios, Hospitalarios, Teutónicos*; *De la caballería y las órdenes militares a la Rosacruz*; *El Santo Grial y el ocultismo*; *La profecía del Vaticano*; *El Grial secreto de los cátaros*; *El Código da Vinci*; *Angeles y demonios*; *El misterio del Priorato de Sión*; *El ladrón del sudario*; *La conspiración del Grial*; *Secretum*; *El legado de la Madonna*; *El secreto de María Magdalena*; *La sombra de la catedral*; *La catedral del mar*; *La conspiración de Asís*; *Los pergaminos cátaros*; *La orden negra*.. (el año 2006 ha sido escandalosamente prolífico en estas materias) son indicativos por sí solos de lo que pueden relacionar, y cuyos temas ocupan una amplia panoplia de situaciones y personajes, así como ricos en oportunidades económicas de mercado libresco. Probablemente no es casualidad que el premio Nadal de este año 2007 se haya concedido a la obra: *Mercado de espejismos*, de Felipe Benítez Reyes (Cádiz, 1960), no sólo por sus valores sino porque también se deba a una reacción contra este fenómeno de novelas esotéricas *new age*. Este autor hace una parodia y compara la abundancia de libros de este subgénero, con el exceso de libros de caballerías en tiempos de Cervantes y sus contenidos difíciles de digerir.

Dado que, *la realidad supera a la ficción*, quien guste de estos temas puede investigar la visita que, en 1940, Heinrich Himmler hizo a Montserrat, a la búsqueda del Santo Grial. Parece ser que tuvo más interés en conocer las características del conjunto pétreo serratino que las del monasterio.

En la Iglesia Saint-Sulpice de París está colocada, en el transepto de la misma, una meridiana (lo mismo que está en unas habitaciones de El Escorial y lo mismo que están en numerosas iglesias italianas) que consta de un gnomon en forma de obelisco, y la línea meridiana formada por una delgada línea de latón que baja del citado gnomón y se prolonga por el suelo según una dirección Norte-Sur. Al pie del obelisco está grabado lo siguiente: “Gnomon Astronomicus Ad Certam Paschalis AEquinocitii Explorationem”, MDCCXLIII, (Gnomon astronómico para la búsqueda verdadera del equinoccio pascual). Esto tan elemental, ha sido pervertido por el escritor de *El código Da Vinci*, haciendo ver a cierta importante cantidad de gente ignorante, unas relaciones incorrectas, porque no las hay (como preconizaba mi amigo Rius: “La ignorancia es más grande que la sabiduría, porque la sabiduría tiene límites pero la ignorancia es infinita”).

Sigo y asumo el juicio que hace Mario Vargas Llosa sobre *El código Da Vinci*: “*El bodrio más grande que este lector ha tenido entre las manos desde las novelas de quiosco de los años 60*”.

A pesar de la denostación sobre estos libros tan viles, podemos seguir el criterio de Cervantes cuando afirmaba en el Quijote, por dos veces (2ª parte, cap. III y LIX): “*No hay libro, por malo que sea, que no tenga algo bueno*”. Pero yo lo pongo en duda.

¿POLÍTICA GNOMÓNICA? ¡SI, POLÍTICA GNOMÓNICA!

Por Miquel Dorca

Llevo poco tiempo en el mundo de la gnomónica, y mi afición se centra en los relojes de sol primitivos. Por ello, supongo que a más de uno (y especialmente a Joan Serra al recibirlo) el título de este artículo le lleve a preocuparse por mi salud mental.

Gracias, pero no. No me he vuelto loco. Continúo con mis más de 25 años de “abstemio total”, y mi trabajo, que me obliga a viajar muchísimo, no ha afectado mis facultades mentales (¡espero!).

Pero visto que los relojes de sol primitivos no van a moverse de dónde están (llevan casi mil años allá) y que nos podemos permitir dejar material para más adelante, quiero ahora fijarme más en la situación de la gnomónica “en común”^A hoy, a inicios de 2007.

Y lo hago consciente de que éste es un escrito egoísta: Después de un par de años en este mundillo, y de casi un año en la Junta de la “Societat Catalana de Gnomónica”, el cuerpo me pide explicar estas cosas a los amigos gnomonistas (ojalá arranque el positivo y necesario debate).

Pero también lo hago desde una posición de compromiso con la gnomónica que en poco tiempo me ha llevado a dedicar una buena cantidad de horas y esfuerzos destinados al asociacionismo gnomónico. Es decir, pienso que tengo una perspectiva de la situación que me permite opinar honestamente.^B

Momento de cambios

Como el asociacionismo en general, las sociedades dedicadas a la gnomónica se encuentran en un momento de cambio que, por mala suerte, ha unido dos aspectos que hubiera sido maravilloso poderlos atender por separado.

De una parte estamos en un punto de incógnita en cuanto al **cambio tecnológico**, para bien y para mal, que no nos permite vislumbrar el momento final de esta situación. Carpe Diem es un ejemplo de ello.

Hace pocos años, cuando nacieron las sociedades de amigos de la gnomónica, nadie hubiera pensado que se podría contactar con gnomonistas de todas partes prácticamente on-line. Las fotografías digitales no existían. Encontrarse significaba grandes esfuerzos para desplazarse, logísticos y económicos.

Ahora podemos estar en contacto permanente y no es de extrañar que dentro de poco podamos vernos en video-conferencia por costes insignificantes, y vernos personalmente con facilidad, dado la existencia de comunicaciones a costes asequibles.

De otra parte nos encontramos en un momento de **cambio generacional** que, oh casualidad, sucede en muchas de las sociedades al mismo tiempo. Estos aproximados 20 años de la fundación de las entidades que agrupan a los gnomonistas ha convertido en mayores a las personas que las fundaron y nueva savia debe entrar. La SCG es, en este caso, un ejemplo de ello.

Y llega el momento de sumar los dos cambios, para ver que requieren no solamente asumirlos de forma individual cada uno de ellos, sino ser conscientes de que la suma afecta a los objetivos de la unión de personas por la gnomónica.

La divulgación vía revistas o boletines

Todas las sociedades gnomónicas tienen como objetivo la divulgación, y todo parece indicar que estaríamos ante un terreno abonado para ello, pero no siempre es así.

Si bien han surgido foros virtuales que tienen un valor enorme para este fin (nuevamente claro ejemplo de ello es Carpe Diem) las indagaciones realizadas indican que una parte considerable de la “clientela” gnomónica desea recibir los ejemplares de divulgación (libros, revistas, anuarios,...) en formato papel. Ello es probable que se deba al interés en coleccionar los ejemplares.

De no encontrar fórmulas mágicas, editar hoy en día una revista para poco más de un centenar de ejemplares se convierte en un peso económico insostenible, con lo que las entidades agotan sus recursos en ello.

Ejemplos de ello:

- La catalana “La Busca de Paper” ha requerido un cambio editorial de 180° y está en proceso de estudio de si el nuevo formato es válido (esperemos que sí).
- La AARS lleva bastante tiempo sin editar.
- La revista Gnomonica Italiana acaba de lanzar un llamado a reclutamiento de voluntarios, bajo seria amenaza de desaparecer con su nº 13.
- La revista inglesa (sociedad muy potente, por lo que parece) pide últimamente unificar ediciones para poder economizar gastos.

Y así más y más.

Y ello, porque somos una comunidad reducida en número de “clientes”. Sumando estas sociedades, debemos estar en un máximo de 300 personas (incluido Carpe Diem, dado que en el caso italiano ya sumo sociedad y foro yahoo).

La divulgación por otras actividades

En la SCG llevamos un año con un incremento de las actividades de visitas a relojes de sol (lo llamamos simpáticamente “safaris gnomónicos”) y ahora empezamos a notar que, de las 20 personas que solemos asistir, empieza a verse caras nuevas. Pero de momento esto no representa más socios a la entidad.

Hay una actividad de divulgación magnífica (en mi opinión la más importante) que es la capacidad de publicar libros. Aquí se choca aún más con el problema económico.

Los amigos Javier Martín Artajo y Jacinto del Buey^C han realizado últimamente diversas ediciones de una gran calidad, pero las circunstancias indican que han encontrado una financiación pública adecuada y la edición es a título personal.

A lo que yo me refiero es a que las sociedades gnomónicas tuvieran capacidad para poder editar. De momento esto es una posibilidad difícil.

Objetivo: Plantear una política gnomónica común

Es evidente que nos quedaría el recurso de pensar que con la gnomónica virtual podríamos afrontar el futuro. Pero no nos podemos conformar.

Pienso que se debe aceptar que los diversos espacios tipo “Carpe Diem” tienen un papel primordial, pero durante años se ha creído en las sociedades como, además, punto de encuentro de gente con un objetivo común. Y esto debe permanecer, si es posible.

El buen amigo Bartomeu Torres^D no obtiene malos resultados con un modelo de gestión “empresarial” de la SCG. Pero si bien se ha saneado la economía y se han repartido funciones, no se consigue entusiasmar a gnomonistas no solo en la participación sino además en la gestión. Además, intervenimos (me incluyo) gnomonistas más del tipo aficionado básico que del tipo técnico, que nos hace falta.

¿No será que el futuro sólo se puede contemplar uniendo esfuerzos?

Con el Encuentro Gnomónico Madrid’06 que tuvo lugar el pasado octubre se descubrió que disponíamos entre todos de:

- Una capacidad científica, que permite estar a la altura gnomónicamente.
- Una capacidad organizativa, que entusiasma a gente de diversos puntos.
- Una capacidad de convocatoria, que fue más allá de las dos sociedades participantes.

- Una capacidad de gestión, que permitió que salieran los números.

Y aquí estábamos partiendo de las dos sociedades^E y los tres Web^F potentes de España, ya que la participación extranjera fue reducida.

Reto a considerar

Podríamos continuar páginas analizando esta situación, pero mi objetivo es lanzar a los gnomonistas con sensibilidad hacia los demás un reto.

En Octubre de 2007 está previsto el primer 1er. Congreso Internacional de Gnomónica en Catalunya (CIGcat'07)^G. A lo mejor sería bueno plantear qué sinergias podemos aprovechar de nuestras actividades.

¿Seamos soñadores y pensemos en una Agrupación Hispana de Entidades Gnomónicas? Me refiero a las dos sociedades más las tres web, más todos los individuos que lo deseen, de forma que los amigos de México, Uruguay, etc. también lo vieran como suyo.

¿Seamos ambiciosos y pensemos en una Confederación Mediterránea de Sociedades Gnomónicas? Aquí me detengo antes de sumar a los británicos, pues tienen potencia importante, pero unir esta Agrupación Hispana a los franceses, italianos, etc.... A ver si esta es la salida.

Os propongo a todos utilizar Carpe Diem (el foro yahoo) para poner ideas en la mesa y, si se acepta la propuesta anteriormente indicada, crear una base de temas a discutir en Besalú en Octubre. Desde ahora mismo lo podemos ir comentando.

Todo el mundo debe ser bienvenido.

MIQUEL DORCA
Invierno 2007

^A Es evidente que no puedo fijarme en la gnomónica “individual” que cada uno siente y practica como desea. Me refiero, por tanto, a la gnomónica asociativa.

^B Me refiero a tiempo y esfuerzos no para fines gnomónicos míos sino a nivel de organización de actos comunes, debido a que en la SCG me ocupo de la organización de las salidas, de los Encuentros, del proyecto del congreso CIGcat etc.

^C Miembros de la AARS de Madrid. Concretamente Javier Martín Artajo es el actual Presidente.

^D Presidente de la Societat Catalana de Gnomónica

^E AARS de Madrid y SCG de Barcelona

^F Carpe Diem como mayor de ellos, pero Reloj Andalusi y Cañones dieron un buen apoyo.

^G 12, 13 y 14 de octubre en la ciudad de Besalú (Girona)

POEMA GNOMÓNICO

Por Antonio Barceló

VIGÍA DE LOS TIEMPOS

Acróstico

*El tiempo es la imagen móvil
de la eternidad inmóvil.- Aristóteles*

- - -

Reloj de Sol, vigía de los tiempos,
Eterna imagen en el tiempo móvil;
Las horas se iluminan en un limbo
O se visten de luto si les llueve.

Jamás la eternidad del Universo
Dejó de dar el dato verdadero.

En días de buen sol por muchos siglos
Señalarán la paz de los solsticios:
Ósculos de un amor, que ha padecido
Lágrimas de dolor en los nublados.

- - -

Antonio Barceló R.. – 2006