

**Hay un tiempo para la pasión
y una pasión por el tiempo.**

Solsticio de invierno
Día 22-12-2003 a las 7:01 hrs.
El sol entra en Capricornio

No hay eclipses previstos antes del
mes de Mayo del 2004.

SUMARIO DE LA EDICIÓN DE DICIEMBRE 2003



Anillo astronómico. De Esteban Martínez
Descripción detallada para construirse uno.

Calendario perpetuo. De Antonio Cañones
Construcción casera de un calendario "casi" perpetuo.

Trazado de un reloj sidéreo. De Joan Serra
Método fácil para el trazado de estos relojes poco habituales.

Unos relojes bifilares curiosos (y II). De Rafael Carrique
Segunda parte de la descripción de estos curiosos bifilares.

Comentario sobre el reloj de la Iglesia de Santa Margalida. De Rafael Soler
Opinión sobre un supuesto reloj de 1576 descubierto recientemente.

Los relojes del Lycée Louis le Grand, de París. De Joan Serra
Descripción de 4 relojes dobles en este prestigioso instituto.

Aspectos gnomónicos del manuscrito de Andrés García Céspedes. De C. Esteve
Interesante y documentado comentario sobre este manuscrito.

Historia de la gnomónica (II). De Martha A. Villegas
Segunda entrega de la traducción de la obra de Nicola Severino.

Grabación de un reloj en piedra. De Carlos M^a. Sánchez
Técnica del grabado de un reloj sobre piedra o mármol.

Efecto gnomónico en la catedral de Mallorca. De Joan Serra
Curioso fenómeno que puede observarse dos veces al año.

Foto comentada. De Joan Serra
Reloj de inspiración Italiana.

¿Cuántas horas quedan?. De Antonio Barceló
Manera práctica de conocer las horas que quedan de sol.

Poema gnomónico. De Antonio Barceló



CONSTRUCCIÓN DE UN ANILLO EQUINOCCIAL UNIVERSAL

Por Esteban Martínez Almirón

El anillo equinoccial universal, es un instrumento portátil usado para la medición del tiempo. Está formado por dos aros y una placa metálica que, abatidos entre sí, pueden quedar reducidos en una superficie plana.

ANTECEDENTES HISTORICOS

Su invención se atribuye a **William Oughtred** quien proyectó uno a comienzos de siglo XVII y su diseño está basado en el reloj astronómico de anillo, representación reducida en tamaño y cálculo de los complicados sistemas de las antiguas esferas armilares creadas por **Eratóstenes** y **Ptolomeo**.

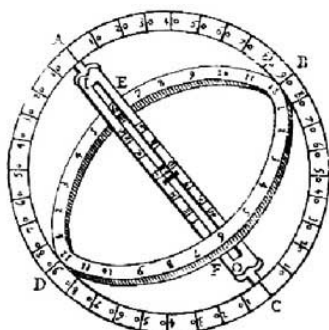


Ilustración de Anillo equinoccial de Tratado XXVI de Tomás Vicente Tosca.

El mismo anillo equinoccial es referido por **Nicolás Bion** en su *Traité de la construction et des principaux usages des instruments de mathématique* en 1709 en donde describe con precisión absoluta el que denomina *Anillo o cuadrante astronómico universal*.

El *Ánulo Astronómico* como es definido en 1794 por **Tomás Vicente Tosca** en su *Tratado XXVI de la Gnomónica ú de la Teórica y práctica de los relojes de sol*, es “el mejor y más cierto de todos los portátiles” y en él describe la fabricación de lo que denomina *un Relox universal* del que podemos encontrar uno

realizado entre 1730 y 1750 en el Museo de la Ciencia de Madrid.



Reloj astronómico de anillo de Gemma de Frisia, de 1575, Museo Naval, Madrid.
Fotor: Antonio J. Calhones.

Anillo equinoccial Museo del Louvre, París.
Fotos: Joan Serra.

DIFERENCIAS ENTRE EL ANILLO EQUINOCCIAL UNIVERSAL Y EL RELOJ ASTRONÓMICO DE ANILLO

Pero antes de continuar con la descripción más detallada de las partes y usos de nuestro instrumento gnomónico, conviene destacar las diferencias existentes entre el anillo equinoccial universal y el reloj astronómico de anillo, antecesor de aquél y del que se conservan ejemplares del siglo XVI.

Mientras que en las tres armillas del reloj astronómico de anillo se representan:

- La latitud en un cuadrante superior de la que hace las veces de meridiana del lugar. Embutido en una hendidura que roda el exterior de esta anilla suele ir situado un aro en el que se ha colocado una anilla que se utiliza para suspender y alinear debidamente todo el conjunto.
- En la que se encuentra alineada con el ecuador se señala la hora y va dotada de una graduación que representa la declinación solar
- En la corona que va alojada en el interior de las anteriores se indica la ascensión recta y la declinación diaria del sol,

en el anillo equinoccial universal se ha sustituido el tercer anillo por una placa orientable con una ranura que sirve de corredera a otra placa, con un orificio en su interior, que va alojada en aquélla y que debe colocarse a diferente altura en función de la fecha de observación. En una de las caras suelen aparecer grabados los meses del año y en la otra las estaciones.



Anillos equinociales del Museo del Louvre, París. Foto: Joan Serra.

PARTES DEL RELOJ

Está compuesto de cinco piezas:

- La anilla de sujeción exterior de donde deberemos suspender el conjunto, debiendo situarse sobre la línea de las latitudes correspondientes que se indica en la siguiente pieza.
- El disco exterior en el que se han señalado las latitudes de donde habrá de suspender el conjunto una vez confeccionado. En nuestra propuesta sólo se han preparado las líneas correspondientes a los grados de latitud del hemisferio Norte.
El disco exterior también es denominado disco Meridiano, ya que cuando el conjunto está debidamente orientado se encuentra alineado con él.
- Un disco interior horario que va numerado de 12 de la mañana a 12 de la noche y viceversa, y sobre el que se deberá arrojar el haz de luz que ofrecerá la hora solar. En la propuesta se ha señalado el disco horario completo, es decir de 24 horas, siguiendo la tradición de los antiguos anillos, aunque para nuestras latitudes, habría bastado con señalar sólo las líneas horarias de 4 de la mañana a 8 de la tarde.
El disco horario tiene la misma orientación que la eclíptica o círculo máximo de la esfera celeste en la que se señala el recorrido aparente del Sol.
- La placa ranurada en la que se han marcado los puntos de altura a situar la pieza siguiente en función del día del año en que nos encontremos mediante la conocida

fórmula $\tan(\delta * r)$, donde δ es la declinación y r el radio interior del anillo horario.

- La pieza con orificio que es con la que, mediante su adecuada declinación y altura, podremos obtener la medición horaria.



Ocasionalmente el conjunto, para su mejor presentación y uso, también puede dotarse con otros dos elementos que son:

- Una base que sustenta una barra que ayuda a suspender el conjunto.
- Una brújula incrustada en la base horizontal que sirve para ayudar a determinar la correcta orientación.

El ánuo equinoccial no es un simple reloj de sol en el que habitualmente se señalan las horas y, ocasionalmente, las estaciones del año, sino que estamos ante una auténtica esfera armilar a escala reducida en el que, orientado convenientemente, se señalan los siguientes elementos geográficos y astronómicos:

- Conociendo la latitud y los puntos geográficos
 - La hora, y si es lo suficientemente grande, los minutos.
 - El día del año en el que nos encontramos
- Sabiendo la latitud y la hora que es,
 - Los puntos cardinales y por tanto,
 - La meridiana del lugar, es decir el auténtico eje Norte-Sur

PROPUESTA DE CONSTRUCCION

Una vez que hemos conocido algo sobre la historia de este apasionante instrumento, os invitamos a que realicéis uno siguiendo las instrucciones y en los materiales que a continuación expondremos. Al final del artículo encontrarás algún ejemplo ya terminado.

MATERIALES NECESARIOS

El material propuesto para la construcción no se basa en los clásicos ya expuestos, latón, plata, etc., sino que hemos escogido el más humilde

cartón pluma de color gris como material base para la realización del reloj, debido sobre todo a la fácil accesibilidad y manipulación a la que puede ser sometida, aunque si se desea puede ser sustituido por otro que mejor convenga, pero de unas características similares.

A continuación relacionamos todos los materiales necesarios para la realización del proyecto:

- Un trozo de cartón pluma de un tamaño aproximado del formato A4.
- Dos trocitos de hilo de cobre de 2 mm de grosor o un clavo o puntilla del mismo diámetro.
- Alicates
- Un cutter o cuchilla de precisión
- Cola blanca
- Cola de contacto

conjunto, pegando con cola de contacto en primer lugar la pieza inferior –o tirador- en la que se apoyará el anillo exterior meridiano y finalmente la última pieza con el orificio interior –la anilla de sujeción- desde la que se suspenderá todo el conjunto, cuidando especialmente que permita el cambio de posición sin dificultad.



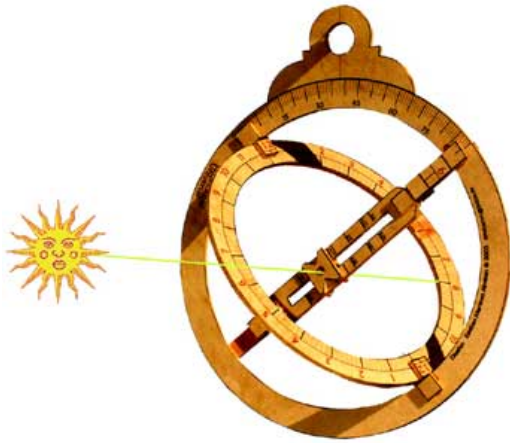
MODO DE CONSTRUCCIÓN

1. Imprimir la lámina adjunta en una hoja de papel formato A4 para a su vez pegarla sobre el cartón pluma.
2. Una vez encolada y seca recortar con cutter por las líneas continuas marcadas, respetando especialmente el espacio interior de la placa ranurada orientable, las muescas necesarias para el ensamblaje, como veremos, y las dimensiones del visor.
3. Montar el anillo horario en el interior del anillo de las latitudes, de manera que la muesca A encaje en B y la C en la D y que un anillo con respecto a otro mantenga una angulación de 90°.
4. Pegar entre sí las tres piezas que componen el visor con orificio sobre la pieza corredera central, cuidando que quede con respecto a ella, ni excesivamente ajustadas ni excesivamente holgadas, con el fin de conseguir un correcto posicionamiento anual. El orificio central lo deberemos realizar cuidadosamente debido a que es mediante los rayos de sol que lo atraviesen, como obtendremos la lectura horaria.
5. Cortar los hilos de cobre o la puntilla en dos trozos de 1 cm de longitud aproximada para alojarlos en las muescas E, F, G y H.
6. Montar la corredera con el visor ya situado y deslizable, sobre el anillo exterior colocándolo de manera que la muesca E se sitúe junto a la F y la G junto a la H. Una vez situadas, pegar con cola de contacto las ocho bisagras en sus lugares correspondientes que figuran sombreados en el anverso del diseño.
7. Finalmente deberemos montar la pieza desde la que se suspenderá todo el

LA LECTURA HORARIA

Una vez construido el reloj astronómico de anillo, para obtener la lectura horaria se deberá proceder como sigue:

- Suspendiendo todo el conjunto por la anilla de sujeción que se ha debido situar sobre la línea de la latitud correspondiente al lugar de observación, éste deberá ser orientado situando el anillo de las latitudes en el eje Norte-Sur, alineado con la meridiana del lugar.
- El visor de la corredera central deberá situarse sobre la línea correspondiente al día de observación que aparece marcada en ella, interpolándose en caso de que no nos encontremos en el primer día de cada mes.
- La placa ranurada deberá girarse de manera que quede paralela al eje de rotación terrestre, consiguiéndolo mediante la colocación de su parte dibujada de manera que sea iluminada por el sol y sus rayos atraviesen el orificio central.
- Si se han seguido todos estos pasos, el anillo horario debe estar alineado con la eclíptica y sobre su borde interior deberá proyectarse el haz solar que señalará la hora.



Y ya sólo nos queda animarte a la realización de un anillo equinoccial universal, a remitirnos la imagen de tu proyecto terminado y a remitirnos cualquier duda o comentario que quieras hacernos al respecto.

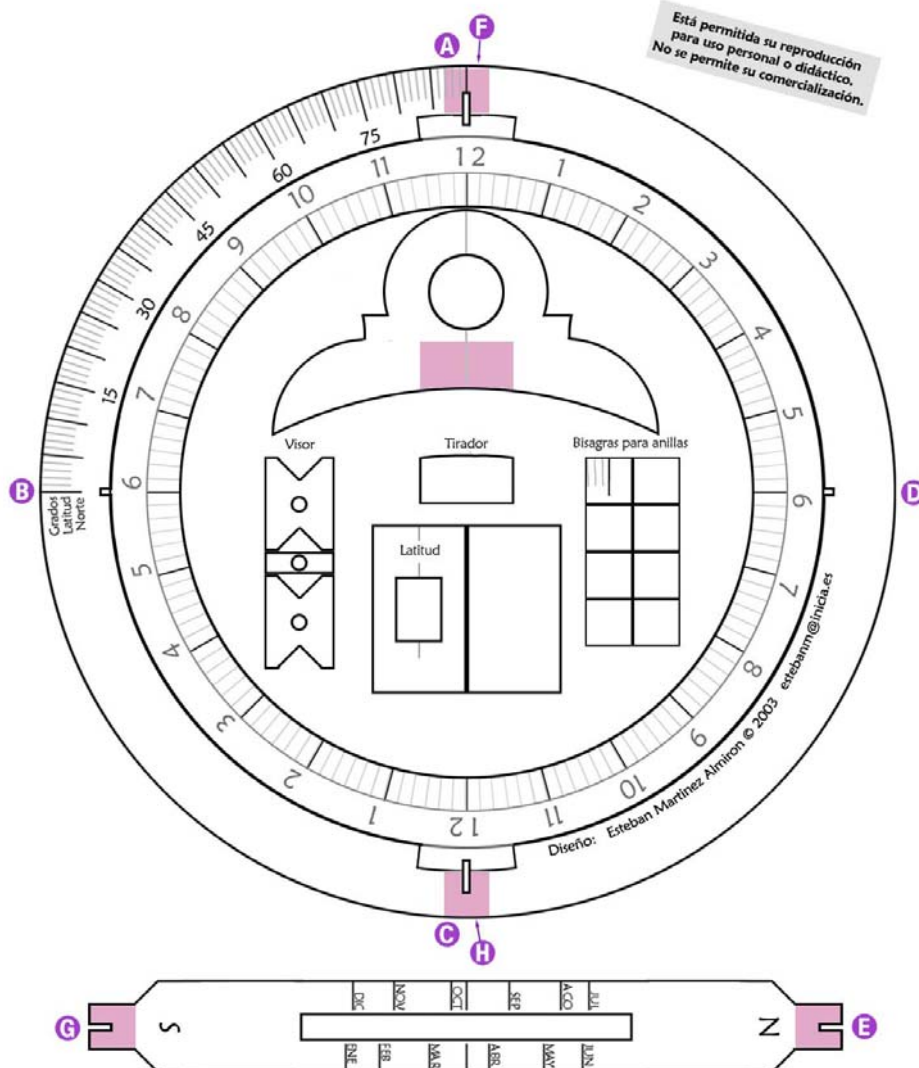
© Esteban Martínez Almirón 2003
Correo electrónico: estebanm@inicia.es

Fuentes:

- *Tratado XXVI de la Gnomónica ú de la Teórica y práctica de los relojes de sol*, de **Tomás Vicente Tosca**, editado en formato CD por Joan Serra Busquets
- *L'anneau équinoxial: une vraie petite merveille*, artículo de **André E. Bouchard**, publicado en LE GNOMONISTE, Vol 7 No 3, septiembre 2000.

Reloj de sol

ANILLO EQUINOCCIAL UNIVERSAL



CONSTRUCCIÓN DE UN CALENDARIO “CASI” PERPETUO

Por Antonio Cañones Aguilar

Lo cierto es que yo creía, cuando por primera vez vi uno en mi infancia, que efectivamente eran perpetuos.

Ninguno lo es, y éste, tampoco.

La duración es de 48 años que comprenden desde 1984 hasta 2032.

Y la única utilidad es satisfacer la curiosidad de conocer en que día de la semana cae cierto día de un mes y año concreto.

Empezaremos por imprimir en cartulina y recortar los dos círculos, **A** y **B**. En el círculo **A** recortaremos, con un cúter, los cuatro angulitos de línea discontinua que rodean a la cara del Sol y los doblaremos hacia afuera. En el círculo **B** recortaremos con el cúter la zona señalada “recortar y quitar” y dejaremos hecha la ventana. También recortaremos y quitaremos el círculo interior del Sol.

Ahora montaremos el círculo **B** sobre el **A** y volveremos los triangulitos a su postura inicial para impedir que se salga el círculo **B** al girarlo sobre el **A** y ya está terminado el calendario.

¿Y como funciona? Hacemos coincidir el sector que contiene el año con el del mes que buscamos. Luego solo tenemos que mirar en la parte inferior cual es el día que nos interesa

entre el 1 y el 31. En su mismo sector aparecerá el día de la semana que le corresponde.

Para los años bisiestos, puestos en color rojo y cursiva, deberemos utilizar los meses de enero y febrero también rojos y en cursiva.

Pero como lo mejor en estos casos es manejarse con un caso práctico, vamos a ver en que día de la semana cae el 12 de febrero del próximo 2004.

Hacemos coincidir el sector del año 2004 (que también contiene al año 2021) con el mes de febrero, ambos en rojo y vemos que al día 12 del mes le corresponde el jueves como día de la semana.

¿Y en qué cayó el 2 de junio de 1991? Superponiendo el sector del mes de junio al del año 1991 y 2024 (en rojo), vemos que el día 2 fue Domingo.

Antonio J. Cañones

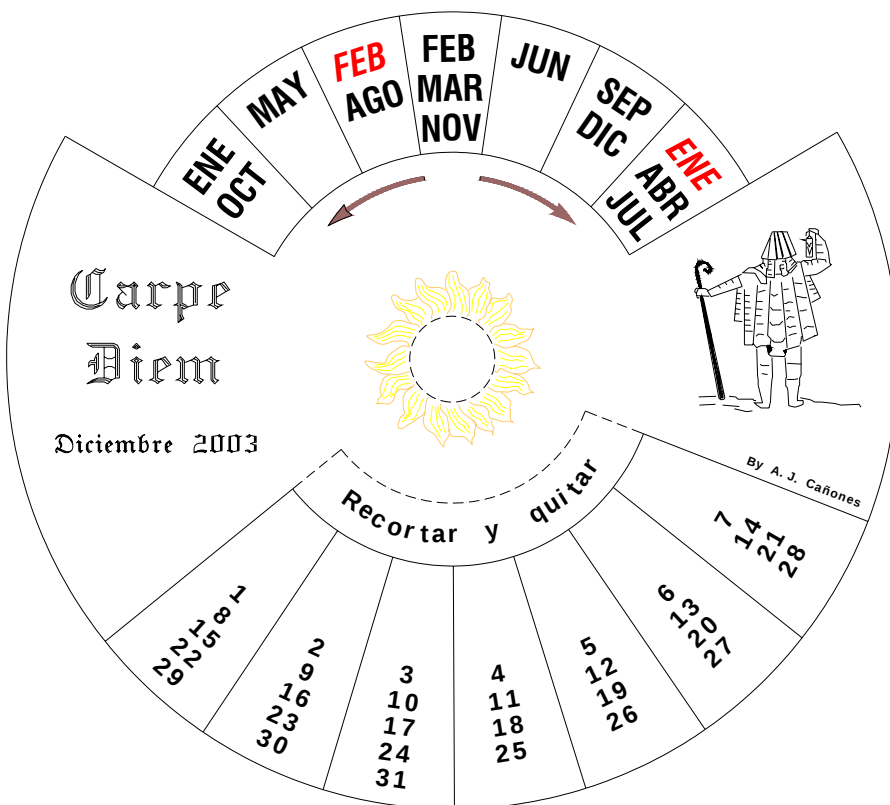
Octubre de 2003

Lat: 37° 59' 58" N

Long: 001° 07' 55" O

andana@ono.com

<http://webs.ono.com/andana>



TRAZADO DE UN RELOJ DE TIEMPO SIDÉREO

Por Joan Serra Busquets

Antes de entrar en la descripción del método de construcción de un reloj de sol de Tiempo Sidéreo es preciso establecer unos pocos conceptos básicos aunque sea sólo como recordatorio o refresco de la memoria.

Sabemos, por la definición de día Solar, que la Tierra no gira 360° en 24 horas sino que, debido al movimiento de traslación, tiene que girar aproximadamente otro grado más para que el mismo meridiano vuelva a enfrentarse con el sol 24 horas más tarde que el día anterior.

Para esquivar esta complicación que supone la traslación alrededor del sol y conocer exactamente cuanto tarda la Tierra en dar una vuelta completa sobre si misma, es decir, de 360°, hay que fijar un punto de referencia prácticamente en el infinito, utilizando para ello las estrellas.

Día sideral : Es el tiempo que tarda la Tierra en completar una rotación de 360° sobre si misma respecto a una estrella . También puede definirse como el intervalo de tiempo entre dos pasos de una estrella por el meridiano del lugar. O también como el tiempo que emplea la esfera celeste en efectuar una revolución alrededor del eje del mundo.

(Esta última definición explica el “ET ORBIS IN AXEM” del reloj de la derecha. Figura 5)

1 día sideral = 23h. 56 m. 4.09 s. De tiempo solar medio

Es decir, un día solar es siempre más largo que un día sideral, exactamente 3m 56 s.

En lugar de dividir un día sidéreo en 23h 56 m. siderales, cada día sideral se divide en 24 horas siderales, cada una de las cuales se divide en 60 minutos siderales y cada uno de los cuales divide en 60 segundos siderales con lo que resulta que 1 segundo solar es igual a 1.00278 segundos siderales.

El origen del día sideral es completamente arbitrario, pudiendo ser elegido como tal, el paso por el meridiano de una estrella conocida cualquiera. En la práctica se ha elegido como origen, el instante de la culminación del punto vernal o punto **Aries**. En este caso hablamos de **día sidéreo** que se define como el tiempo

transcurrido entre dos pasos sucesivos del punto Aries por el mismo meridiano.

1 día sidéreo = 23h. 56 m. 4 s. De tiempo medio solar

El día sidéreo es 0.01 s. más corto que el día sideral debido al efecto de la **precesión** que hace que el punto Aries retrograde unos 50” de arco al año.

Tiempo sidéreo es el ángulo horario del punto Aries. Es un tiempo *local* pues depende del meridiano del observador.

Dada una estrella A de ascensión recta **AR** y ángulo horario **H** se cumple que:

$$\text{TSL} = \text{AR} + \text{H}$$

Por tanto, la hora siderea o tiempo sidéreo local (TSL) en un lugar es igual al ángulo horario del punto Aries que es el mismo que la ascensión recta del cielo que está cruzando en ese momento el meridiano local.

Dicho de otro modo: la ascensión recta de un objeto celeste indica el tiempo sidéreo en el que cruzará su meridiano local.

Y como la ascensión recta de Aries es igual a cero por ser el origen de ellas resulta que a medida que se va desplazando la bóveda celeste también lo está haciendo el punto Aries de modo que va señalando la hora cero de TSL de cada meridiano.

Si tenemos en cuenta que el punto Aries es el que señala el Equinoccio de Primavera y lo consideramos el punto cero a las 12 horas de tiempo verdadero del 21 de marzo, es decir, cuando un reloj de sol marque las 12 serán las 0 horas de TSL. Al día siguiente, a las 12 horas de tiempo verdadero el TSL será de -3m 56 s y así para los demás días retrasándose a un ritmo de 2 horas mensuales de modo que en el solsticio de verano, al cabo de tres meses, el retraso acumulado será de 6 horas, por lo que a las 12 horas de tiempo verdadero el TSL será de 6 horas, en otoño será de 12 horas, en invierno de 18 y de nuevo en primavera será de 24 horas empezando de nuevo el ciclo.

ACACIA

Partiendo de esta diferencia podemos calcular un reloj de sol que con su sombra nos indique la hora correspondiente al Tiempo sidéreo Local.

Daremos por bueno, aunque no sea del todo cierto, que el día del equinoccio de primavera a las 12 de Tiempo Verdadero el TSL es de 00 hrs. (Decimos que no es del todo cierto por la diferencia que hay cada año en el momento de producirse el equinoccio).

Por los motivos que hemos explicado anteriormente, el día del solsticio de verano, a la misma hora, el TSL será de 6 horas, el día del equinoccio de otoño será de 12 horas, el día del solsticio de invierno será de 18 horas y de

nuevo, en primavera, será de 24 horas con lo que se habrá completado el ciclo de un día de TSL en un año.

Podemos trasladar estos datos sobre un reloj de sol cualquiera pero, siguiendo con el ejemplo que nos ha servido de inspiración, trazaremos el mismo reloj del Lycée Louis Le Grand de París empezando por el trazado del reloj vertical declinante de Tiempo Verdadero para aquellas coordenadas que repetimos aquí:

Latitud: 48° 51' N
Longitud: 02° 21' E
Estilo: 41 cm.
Declinación: 17° W

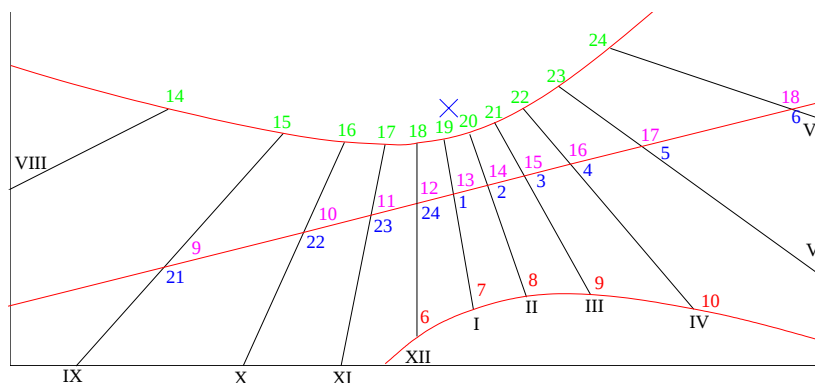


Figura 1

En esta figura vemos la correspondencia entre las horas de TSL y las de Tiempo Verdadero. Las de color azul representan las del equinoccio de Primavera, las de color rojo las del Verano, las de color magenta las de Otoño y las verdes las de Invierno. Las líneas de color negro con los números romanos son las líneas de Tiempo Verdadero. En beneficio de la claridad en las figuras he prescindido de las demás líneas zodiacales.

Una vez preparado este dibujo base se procede a unir mediante rectas las horas iguales, es decir, las 24 con las 24, las 23 con las 23 y así sucesivamente, prolongándolas hasta los límites del cuadrante de modo que empiece a tejerse una maraña de líneas que se cruzan unas con otras, con las de tiempo verdadero y con la equinoccial dando puntos de intersección para las horas que se quedan sin referencia como las 13 las 14 etc. Figura 2

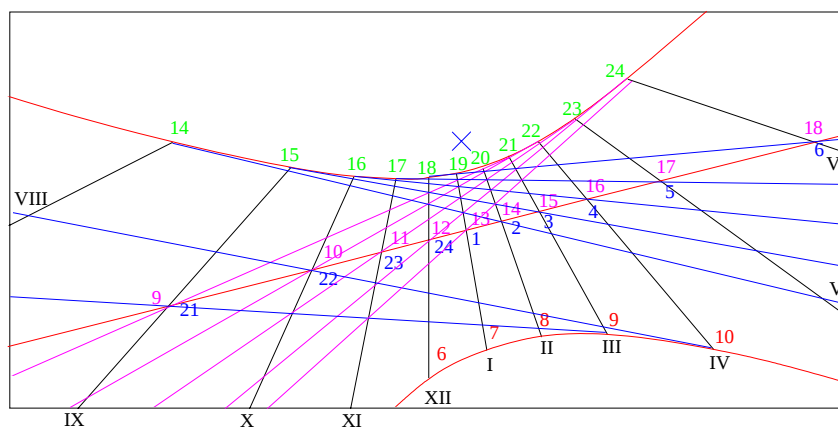


Figura 2

Con estas intersecciones como puntos de apoyo para las demás líneas se completa el trazado quedando como el de la figura 3.

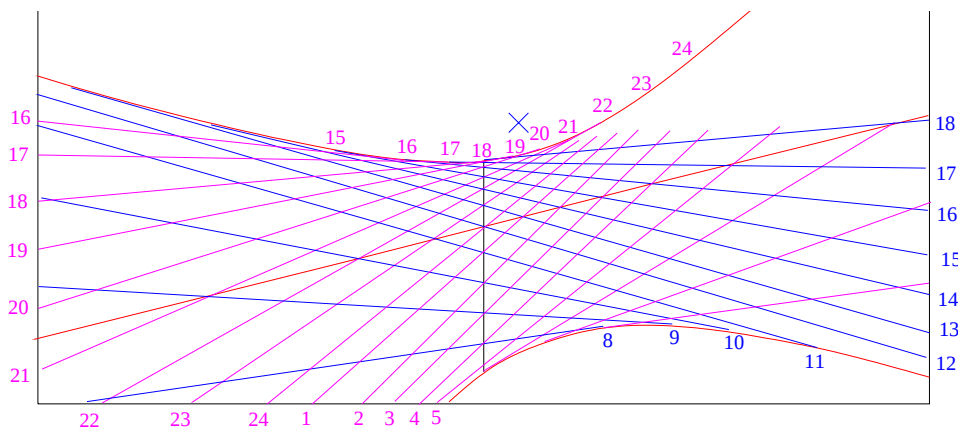


Figura 3

Las líneas color magenta que parten de la línea del solsticio de invierno se dirigen hacia la de verano utilizándose, por tanto, desde el 22-12 al 22-6. Las líneas de color azul parten de la línea solsticial de verano y se prolongan hasta la de invierno utilizándose durante este período.

Para poder aplicar estos dibujos a los realizados en el Lycée Louis le Grand he dividido el cuadrante en dos y he punteado las

líneas que no están dibujadas en la pared. Podrá observarse que el trazado de las líneas es prácticamente la misma si bien, en el del Lycée, tienen una tendencia exagerada al paralelismo, defecto que debemos atribuir, una vez más, a un defecto de restauración. También puede notarse que la numeración del Lycée se basa sobre las 12 horas y la nuestra sobre las 24, tal como debe ser.

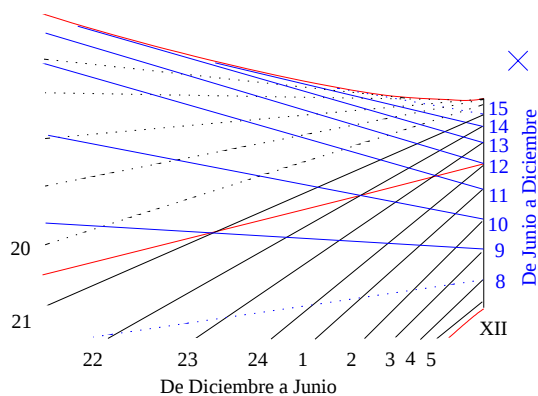


Figura 4

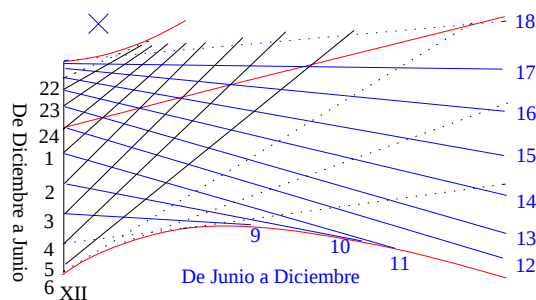


Figura 5

UNOS CUADRANTES BIFILARES CURIOSOS (Y II)

Por Rafael Carrique Yribarne

Siguiendo las pruebas con el programa bifilar, ha salido un cuadrante curioso; y digo curioso porque se compone de un semidisco ecuatorial y de un gnomon polar. Así pues, el reloj tiene 3 cuadrantes en uno, los dos ecuatoriales y el bifilar. Figura 3

La hora marcada en el ecuatorial es hora verdadera (por hacerlo clásico) y el bifilar hora media del huso para verano-otoño (por hacerlo moderno) y con las líneas de fecha dadas para los días 1 de estos meses.

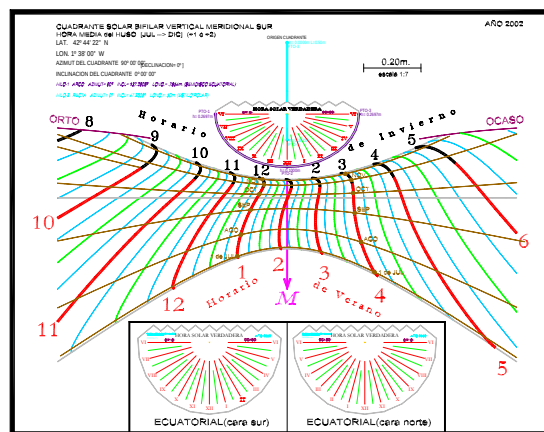
La parte de arriba del disco ecuatorial la he querido aserrar para que no tenga lectura, pues este caso (como otros tantos) tiene dobles intersecciones. El cuadrante es meridional orientado, pero se podría hacer declinante; evidentemente sólo cambiaría el bifilar pues los hilos se mantendrían inamovibles en el espacio. La hora marcada en el ecuatorial es hora verdadera (por hacerlo clásico) y el bifilar hora

media del huso para verano-otoño (por hacerlo moderno) y con las líneas de fecha dadas para los días 1 de estos meses.

El radio del semidisco es $R=25\text{cm}$ y ha sido arbitrario, así como la separación a la pared (le he dado 10cm en su parte mas cercana al muro). La longitud del estilo polar se podría acortar un poco si se quisiera, pues se le ha dado 50cm de long. total y con algo menos ya hay corte de sombras en el solsticio de invierno.

Quizás sería una buena ubicación, para este reloj, sobre el muro de una de esas escaleras que suben en zig-zag para librar fuertes desniveles en las ciudades, pues así, los dos ecuatoriales serían visibles en todo momento, aunque no los dos funcionando a la vez, evidentemente.

Se detallan los datos de entrada del bifilar-ecuatorial:



	Punto 1	Punto 2	Punto 3
Hilo-1 Arco X=	-0.2500	0.0000	0.2500
Y =	-0.2697	-0.1000	-0.2697
Z =	-0.2492	-0.4328	-0.2492
Hilo-2 Recta X	-0.0000		0.0000
Y =	-0.3673		-0.0001
Z =	-0.3394		-0.0001

Latitud = $42^{\circ}44'22''$

Declinación= 0°

Incli. = 0° (Vertical)

Tipo de horario= Hora Media de Huso jul-->dic
(+1 ó +2, según)

Pienso que uno de los problemas que puede tener (aparte de que en invierno-primavera sólo ofrecería hora solar) es que la sombra del final del estilo puede inducir a hacer la lectura sobre ella, en vez de la intersección con el disco; he

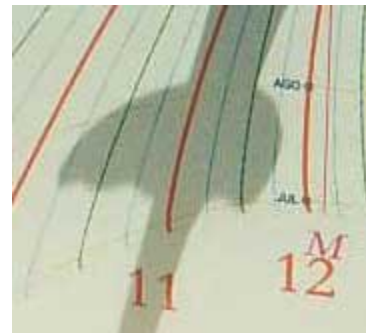
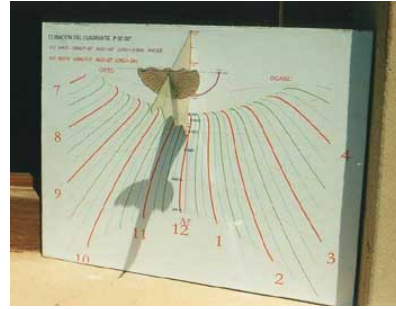
Longitud = $-1^{\circ}38'00''$ W

estado pensando y no se me ocurre como hacerle para que no despiste; otro posible defecto es que todo el peso del ecuatorial lo soportaría el estilo en su unión al muro, haciendo ese punto algo delicado por fragilidad.

Estando en contacto con Antonio J. Cañones, me comunicó su intención de construir una maqueta específica para Murcia con éste "bifi-ecuatorial", y recientemente ha mandado sus excelentes fotos que se adjuntan en el artículo. Se verá que ha solucionado el tema de la fragilidad cambiando el estilo polar por un triángulo apoyado sobre la meridiana, y así mismo aserrando la parte no útil del triángulo para no despistar con la intersección buena. ¡Genial, Antonio!.

Todo esto son elucubraciones teóricas de un novato, así que, si alguien se decide a construir alguno más, yo le estaría muy agradecido de comunicarme el resultado, pues para mi, siguen siendo un misterio.

Un servidor, sigue haciendo pruebas...



Espero que os gusten. Saludos
Rafa Carrique Yribarne
r.carry@terra.es
Agosto 2003

UNA OPINIÓN AVENTURADA SOBRE EL “RELOJ” DE SOL DE SANTA MARGALIDA

Por Rafael Soler Gayà

En la iglesia parroquial de Santa Margalida ha sido hallada en febrero de 2003 una inscripción fechada en 1576 que, según algunos, corresponde a un reloj de sol; su factura se aparta de todos los habituales por lo que cabe, en principio, cuestionar esta afirmación, por lo menos hasta que se encuentre una explicación convincente de su peculiaridad; vaya pues por delante que cuanto se va a exponer parte de la base de que, efectivamente, se trata de un raro cuadrante solar; si así fuera sería el más antiguo datado conocido en Mallorca, entre el millar de relojes que existen en la Isla; de ahí que tenga especial interés y que este hallazgo haya dejado huella en la prensa local (D.M. de 24.10.03). Se tratará, seguidamente, de explicar la extraña disposición de este reloj.

En primer lugar se desecharán los posibles tipos de cuadrantes de conocido uso en Mallorca a los que no pueda pertenecer para, por eliminación, asumir aquel al que, con condiciones, pueda corresponder; sin esfuerzo se aprecia que no se trata de un reloj ordinario de tiempo verdadero- como son la inmensa mayoría de los existentes en Mallorca- pues tanto la disposición de las horas como su numeración escapan a este tipo; tampoco se trata de un cuadrante de horas babilónicas (o sea que empiezan a contar con la salida del sol)- que Binimelis, coetáneo, y otros autores posteriores citan como utilizadas en Mallorca- por cuanto tanto la disposición radial de los números como la ausencia de líneas horarias, imprescindibles en estos tipos, obligan a rechazarlo; solo cabe, pues, comprobar si pudiera ser un peculiar tipo de cuadrante canónico.

Los cuadrantes “canónicos” o de “misa” fueron unos sencillos artilugios que se extendieron en la Alta Edad Media como consecuencia del florecimiento de la vida monástica y tenían como principal objeto la regulación de los rezos- prevenidos en las reglas monásticas- o de los actos litúrgicos; consistían en un gnomon, o aguja, perpendicular a una pared sensiblemente meridional sobre la cual, y con centro en el gnomon, se trazaba un arco inferior a partir de la horizontal, el cual, de

ordinario, se dividía en cuatro o doce partes de tal suerte que la vertical, pasando por el gnomon, constituía un eje de simetría; se comprende fácilmente que, a lo largo de todo el año, el inicio de la primera parte y el final de la última correspondían a las salida y puesta del sol y la división central al mediodía; el resto de divisiones no tenía una correspondencia específica con determinada posición solar aunque sí una relación solo algo variable con las tres posiciones antedichas; ello se utilizó para fijar las horas de los cinco rezos diurnos de los siete canónicos establecidos por las reglas, que, con nomenclatura tomada de la división romana o temporaria del tiempo, son estos últimos: *prima* (tras salir el sol), *tercia* (a media mañana), *sexta* (tras el mediodía), *nona* (a media tarde) y *vísperas* (tras ponerse el sol), por más que las primera y última no precisan de reloj alguno; las otras dos horas canónicas, *laudes* y *completas* no podían regularse con el cuadrante solar.

Debe hacerse observar que estos cuadrantes, tras su apogeo durante la Alta Edad Media, especialmente con la proliferación de monasterios románicos, decaen rápidamente en la Baja Edad Media, aunque no repugna que la tradición de su uso persistiera hasta el siglo XVI con la grabación del reloj que nos ocupa; en España se encuentran muchos en la zona norte, ya reconquistada a los musulmanes durante aquellos siglos, y pocos en el resto, ya tardíos, como sucede en Mallorca donde hoy solo se conoce uno (posterior a 1248) en el portal románico del Oratori de N^a Sr^a de Consolació de Sant Joan.

Una observación atenta del cuadrante de Santa Margalida permite apreciar:

1º.- que el presunto arranque del gnomon, el de un usual eventual apoyo medio o centro y el punto de separación de las horas 8 y 9 se encuentran en la vertical eje de la figura.

2º.- que la horizontal trazada por el presunto arranque del gnomon separa las 2 de las 3 y las 14 de las 15, horas que son respectivamente simétricas

3º.- que en relación con la vertical del gnomon son simétricas las horas 3 y 14, 4 y 13, 5 y 12, 6 y 11, 7 y 10, además de las ya mencionadas 7 y 8.

4º.- que las horas escritas sobre la horizontal antedicha son dos al oeste (la 1 y la 2) y tres al este (la 15, la 16 y la 17).

5º.- que en la parte superior extrema del reloj no se aprecia grabación alguna.

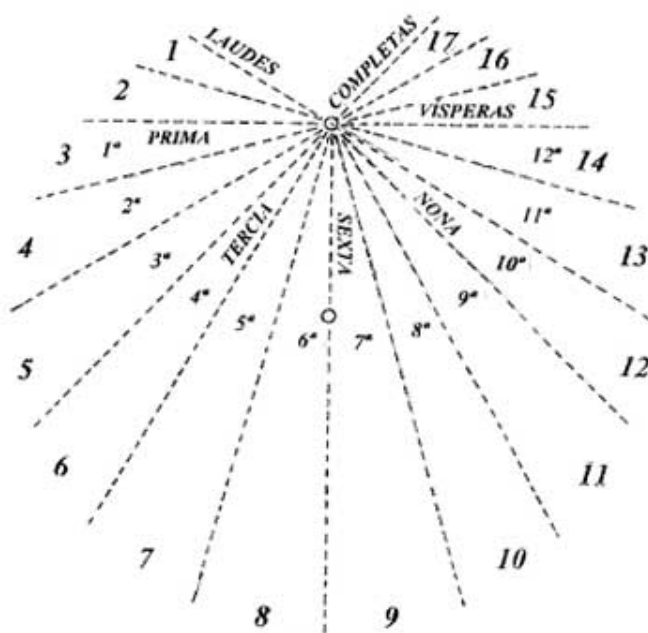
La pared mira sensiblemente al sur (declina solo unos 5,5° al oeste) por lo que, con las tolerancias habituales en esta clase, bien admite un cuadrante de tipo canónico; de todo lo anteriormente expuesto cabe pues inferir, o cuando menos no resulta contradictorio, que se dan en el de Santa Margalida dos condiciones esenciales de este tipo de cuadrantes, a saber: la división en cuatro o doce (tal es el caso) del arco de 180° (en más de un semicírculo) y la simetría con el eje vertical. Queda por explicar la extraña numeración de las horas; hay clásicos

cuadrantes canónicos en que se hallan dibujadas líneas horarias por encima del gnomon lo cual obviamente no corresponde al funcionamiento del reloj, aunque sí se puede aludir de un modo gráfico a la existencia de las horas de rezos nocturnos; tal cabe entender en el reloj de Santa Margalida si se admite que su constructor, como se muestra en la figura, quiso numerar las horas, entre el final del primer rezo (*laudes*) y el inicio del último (*completas*), lapso en el que realmente interesa conocer las horas; de este modo las horas de rezo serían las múltiplo de tres.

El punto débil de esta argumentación- el cual la convierte en aventurada- estriba en el desconocimiento de la existencia de una comunidad, a la sazón, en Santa Margalida, a la que pudiera prestar servicio un reloj de tal especie pues una disposición caprichosa de tal distribución no se ofrece como convincente para regular el quehacer rutinario de la población o, incluso, de la liturgia en la parroquia, seguramente ajena a los rezos canónicos.



Grabación descubierta en la fachada sur dela iglesia.



Posible explicación del cuadrante como canónico.

DESCRIPCIÓN DE LOS RELOJES DEL LYCÉE LOUIS LE GRAND, DE PARÍS

Por Joan Serra Busquets

En pleno barrio latino de París, en la Rue St. Jacques, justo enfrente de la Universidad de la Sorbona se encuentra el Lycée Louis Le Grand. Es un prestigioso instituto de enseñanza pública fundado en 1653 donde se ha formado la élite francesa. De sus aulas han salido hombres como Molière, Voltaire, Victor Hugo, Pompidou, Giscard d'Estaing, Chirac, sólo por citar unos ejemplos.

En el patio interior hay una torre de 15 metros de altura construida en 1670 y que contiene 6 relojes de sol, cuatro en la fachada sur y uno en cada una de las fachadas laterales aunque éstos dos últimos sólo conservan el gnomon.

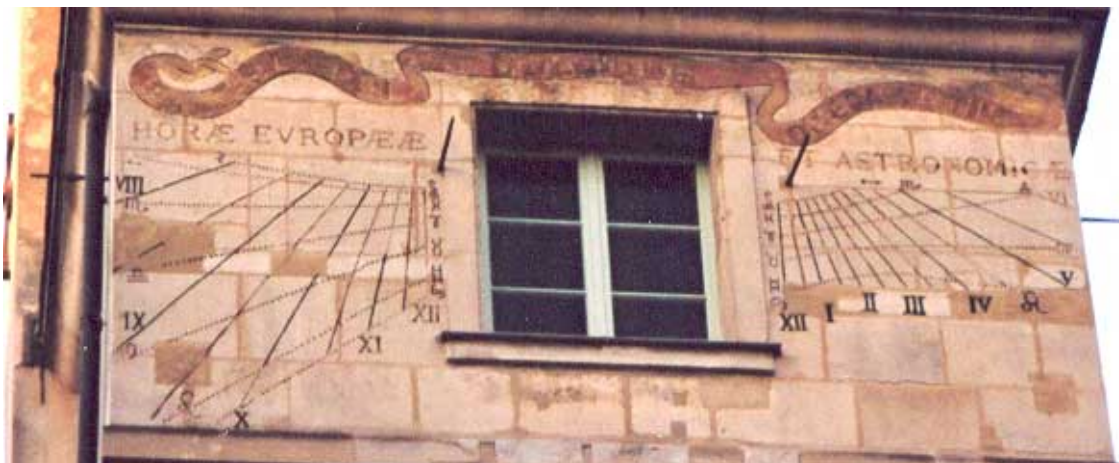
Cada uno de los cuatro de la fachada sur está dividido en dos partes por una ventana, por lo que unos indican la hora antes de las 12 y los otros después aunque también nos permitiría hablar de 8 medios relojes porque cada uno tiene su propio gnomon. Fueron restaurados en 1842 y recientemente en 1988.

En conjunto presentan horas astronómicas, babilónicas, itálicas, temporarias, de tiempo medio y sidéreas de las cuales haremos una descripción más detallada.

Las coordenadas de la torre son : $48^{\circ} 51' N$, $2^{\circ} 21' E$, declinación $17^{\circ} W$. Estilo perpendicular a la pared de 41 cm. y cada reloj mide 1.60 x 1.20 metros.



HORAS EUROPEAS Y ASTRONÓMICAS



Empezando por los de arriba encontramos el reloj más antiguo ya que con toda probabilidad fue realizado en la misma fecha que la torre. Este reloj indica horas de Tiempo Verdadero. Tiene líneas de horas y medias y líneas zodiacales punteadas. La numeración es romana y presenta también los signos del zodiaco en sus extremos aunque, en el de la derecha, podemos observar que faltan dos líneas

zodiacales. Puede apreciarse en las paredes laterales como sobresale el gnomon de los relojes que desgraciadamente han desaparecido. La filacteria superior lleva inscrito “ PLURES LABORI DULCIBUS QUAEDAM OTIS” que traducido viene a decir: *Muchas horas dedicadas al trabajo, pero algunas para la dulce ociosidad.*

HORAS BABILÓNICAS E ITÁLICAS



En el reloj de la izquierda se observan las líneas babilónicas numeradas de la 1 a la 7, con el número 24 correspondiente a la hora de salida del sol pero no se ve la línea.

También lleva dibujadas las líneas de horas itálicas pero no están numeradas.

En el de la derecha pueden verse líneas babilónicas numeradas desde la 8 a la 12 aunque también están trazadas, pero sin numerar, la 5, 6 y 7. No vemos la continuación de las itálicas dibujadas en el otro lado, sin embargo, justo debajo del gnomon está la numeración

correspondiente a ellas, desde la 18 a la 24. En su lugar están trazadas las líneas temporarias con su numeración en la parte inferior del cuadrante, desde la 6 a la 12 y, en este caso, son estas líneas las que no figuran en el lado izquierdo.

Estas ausencias de líneas y números en uno y otro lado inducen a confusión, al menos hasta que se realiza una observación más exhaustiva, y denota una notable falta de cuidado del restaurador.

HORAS DE TIEMPO MEDIO



En este cuadrante, en la parte izquierda, tenemos otro ejemplo de descuido del restaurador ya que los analemas u “ochos” deberían apoyarse sobre la línea zodiacal del

solsticio de verano tal como ocurre en el lado derecho. La fecha de este reloj tiene que ser posterior al 1730 año en que Grand Jean de Fouchy ideó el analema de tiempo medio.

HORAS DE TIEMPO SIDÉREO



Los relojes de tiempo sidéreo son poco habituales, por eso, por su excepcionalidad, considero muy interesante este ejemplar.

La intención de este trazado es la de señalar sirviéndose del sol el **tiempo sidéreo local**. Aunque este dato es de escaso interés gnomónico sí lo es en el ámbito didáctico y astronómico ya que permite conocer la Ascensión Recta que está pasando por el meridiano local y, por tanto, los cuerpos celestes cuya ascensión recta sea conocida.

Las líneas ascendentes de izquierda a derecha corresponden al primer semestre y las descendentes al segundo semestre.

Con el fin de no alargar demasiado este artículo, describo en otro aparte el trazado de este tipo de líneas.

© Joan Serra Busquets 2003

ASPECTOS GNOMÓNICOS DEL MANUSCRITO DE ANDRÉS GARCÍA DE CÉSPEDES

Por Carlos E. Esteve Secall

La actividad científica española durante la segunda mitad del siglo XVI, sufrió un fuerte revés con la pragmática ley de 22 de Noviembre de 1.559, de Felipe II en donde se prohibía desplazarse a estudiar fuera del estado:

“...eclesiásticos, seglares, frailes y clérigos, ni otros algunos no pueden ir ni salir de estos reynos a estudiar ni a enseñar ni aprender, ni a estar ni residir en Universidades, Estudios ni colegios fuera de estos reynos...” (1)

Esta ley supuso un nuevo giro en la política estatal que pretendía controlar con mano férrea, la actividad intelectual, limitándose en un principio a cuestiones teológicas que más tarde se derivó a otros campos de la ciencia, llegando hasta el punto de prohibir obras del astrónomo Rheinhold ó corregir el tratado de arquitectura de Alberti, entre otras.

A pesar del recrudescimiento de la actividad represora y censora a partir del año 1583, fecha en la que se aumentaron las inspecciones a librerías, la actividad impresora siguió en crecimiento, pero en cambio se llegaron a retirar en muchos casos permisos de lecturas (2), e incluso a tachar de peligrosas, las teorías del primer defensor en España de las teorías copernianas Diego de Zúñiga, a pesar de que las obras del escritor polaco no estuviesen en el índice de libros prohibidos.

También fue señalado por el dedo acusador el gran matemático y astrónomo Jerónimo Muñoz, maestro de Pedro Roíz, donde en un tratado sobre la nova ponía en tela de juicio la visión aristotélica del mundo. (3)

Aunque la no circulación de las ideas contenidas en las obras de autores prohibidos perjudicó la evolución de las ideas científicas en España y debilitó la repercusión de las corrientes europeas- no llegó a cerrarse por completo las vías de comunicación científica, ya que se mantenía una relación con los grandes geógrafos, cosmógrafos y matemáticos de los

Países Bajos y de otros territorios pertenecientes a la corona española. (4)

No obstante, en el mundo científico español, existía un segundo vehículo, de una gran importancia: la obra manuscrita, que continuaba la tradición medieval.

Sobre este punto no hay que olvidar y así nos lo confirman diversos autores, que muchas obras quedaron manuscritas por varias razones, bien por problemas económicos en la edición, bien en la obtención de las correspondientes licencias que debían pasar el tamiz de la censura, ó bien, porque el tribunal correspondiente no autorizase dicha impresión.

“...La impresión de obras científicas en aquella época nada tiene que ver “Bajo el pretexto de que los enemigos de la nación se aprovecharían de los conocimientos de nuestras derrotas y navegaciones...” (5)

La impresión de obras científicas en aquella época nada tenía que ver con la actual, ya que en la mayoría de los casos, no resultaba económicamente rentable y por consiguiente, si el autor no conseguía el patrocinio de alguna institución ó mecenas, debía pagarlo de su bolsillo, comentario que Andrés García Céspedes refleja en sus escritos a la Corona. (6)

La obra gnomónica de nuestro autor permanece hoy desaparecida, tan solo se conoce un texto manuscrito, una copia realizada medio siglo después por Fray Melchor González que se encuentra actualmente en la Real Academia de la Historia de Madrid.

Se tiene conocimiento de dicha obra por la afirmación del propio autor en :

Instrumentos Nuevos de la Geometría, donde aparece una memoria de sus obras escritas en lengua castellana y ocupando el décimo lugar puede leerse.

“...Un libro de Reloxes de Sol, que los enseña a fabricar en qualquiera superficie que sea, y describir en ellos todos los círculos que quisiesen imaginar en el primer móvil, y esto por diferentes caminos...” (7)

MEMORIA DE LOS LIBROS que tengo escritos en lengua Castellana.

- 1 Teorica, y fabrica del Astrolabio, y los vsos del.
 - 2 Vn comento sobre la Esfera de sacro Bosco.
 - 3 Vn comento sobre las Teoricas de Purbachio.
 - 4 Vnos Equatorios, ó Teoricas, por los quales sin tablas se puede saber los lugares de los Planetas en longitud, y latitud: tambien se ponen instrumentos con que saber los eclipses.
 - 5 Vnas Teoricas que contienen tres partes: en la primera, las Teoricas segun la doctrina de Copernico: en la segunda, se declara, segun nuestras obseruaciones la causa porij van errados los mouimientos del Sol, y Luna, assi en Copernico, como en el Rey don Alonso: en la tercera, se dizge de las estaciones de los Planetas, con vn tratado de Paralaxis.
 - 6 Vna perspectina teorica, y practica.
 - 7 Vn regimiento de nauegacion.
 - 8 Vna hydrografia general.
 - 9 Vn libro de mechanicas, donde se pone la razon de todas las machinas, en la segunda parte se ponen treynta machinas para exercicio, y algunas son de importancia.
 - 10 Vn libro de Reloxes de Sol, que los ensena a fabricar en qualquiera superficie que sea, y descreuir en ellos todos los circulos que quisieren imaginar en el primero mobil, y esto por diferentes capminos.
 - 11 Vn islarío general donde se pone la descripción de todas las islas q̃aora se saben, con la historia, y cosas notables dellas.
- Otros muchos tratados tengo escritos en varias materias, principalmente de fabricas de instrumentos mathematicos, assi de los que yo tengo inuentado como de otros, y todos los tengo labrados por mi mano, desde fundir el metal, hasta ponerlos en su perfeccion.

¶ 2

TAS.

La obra manuscrita sobre relojes, cuya fecha exacta se desconoce debió escribirse e finales del siglo XVI ó principios del XVII y anterior al año 1.604, dos años antes de la edición de la obra sobre Instrumentos de Geometría ya que el mismo autor en esta obra comentada, especifica que tiene escrito un libro sobre relojes de Sol y que tenía pensado imprimir esta obra y otras muchas más, según se deduce de la lectura del informe favorable del Consejo de Indias:

“...Y con el salario della y con el que tiene por razón de su oficio que son otros cuatrocientos

ducados librados en el mesmo receptor podrá sustentarse onrradamente, lo que no podía hazer con el un salario, y no solo leerá toda la cátedra, más podrá imprimir, muchas obras que dice que tiene escritas en lengua castellana ...“ (8)

La obra se compone de dos libros en el primero puede leerse:

**LIBRO DE RELOGES DE SOL QUE
hizo Andrés García de Séspedes.**

IHS

LIBRO DE RELOGE SOLQUE

*Reza todos o mda. de ses pedes. Cosmografo mayor del Rey.
mo. señor natural del Valle de Qualina. montaña de.*

burgos. en el qual se enseña como se criuian. Relo

*ges. en qualquiera. superficie. q. sea que.
el extremo. de la sombra. del estilo.*

muestra. Varios. circulos del

primer. mobil. sinotras.

muchas Curiosi.

da des



*Libreria Al Jor de la
Comp. de IHS & M.*

Y en el segundo libro, el copista escribe:

LIBRO SEGUNDO

**Para mayor claridad de la descripción de los
Reloxes sean Puestos en el libro pasado
los capítulos que me an Parecido ser
necesarios sino se Pussiere demostración en
algunas discripciones será porq de sí estarán
tan claras q. no serán menester, o por
q. de otros estarán demostradas donde
Pudiere aver alguna duda sepondra de
mostración y en algunas Partes la Razón de
loq. se ba haziendo. Procurándose evitar
Prolixidad de manera q. no quede confusión**

Esta obra por su contenido, la profundidad de los temas y la calidad y perfección de los dibujos que se intercalan en el texto, pudiera ser considerada, el mejor tratado gnomónico, escrito en lengua castellana, muy superior en los temas, el fondo y la forma de exposición de los mismos, a tratados posteriores.

Además, quisiera apuntar que la copia existente, conservada por la compañía de Jesús, pudiera haberse utilizado como temario en la Real Academia de Matemáticas en donde entre otros profesionales se formaban a los Horológrafos ó Gnomónicos, por dos razones básicas primero por la docencia impartida por García Céspedes en dicha Academia hasta su muerte en 1.607 y segundo en porque fue en el año 1.625 cuando se le encargó a los matemáticos de la Compañía de Jesús que llevarán las riendas de la misma;

estableciéndose cuatro años más tarde en el recién creado Colegio Imperial de San Isidro, lo que evidencia la importancia de la política docente desarrollada por los jesuitas, que enarbolaron la bandera del conocimiento científico durante varios siglos.

El primer libro se compone de cincuenta y tres folios en veinticuatro capítulos y sesenta y ocho dibujos, comenzando con la descripción de los diferentes relojes solares que se pueden construir y continuando con lo inventores y los instrumentos necesarios para su diseño y construcción.

El segundo libro con ciento siete folios y ciento dieciocho dibujos, se subdivide en once apartados con un total de noventa y tres capítulos, tal y como nos aclara en el prologo, ya comentado.

Termina este 2º libro con dos capítulos en ocho folios sobre la **Fábrica de los Reloxes de Reflexión** tema novedoso en los tratados gnomónicos españoles.

Que aparece nuevamente tratado por el padre Vicente Tosca, en el capitulo en el Tomo IX de Gnomónica sobre Reloxes Catóptricos ó de Reflexión del tomo IX de su obra matemática (9).

Las explicaciones aportadas a lo largo del texto tienen un profundo carácter docente que convierten este tratado enciclopédico sobre Gnomónica en el más completo de los trabajos científicos de su siglo y que de haberse impreso, habría ejercido una clara influencia en la ciencia europea de su época.

BIBLIOGRAFÍA:

- (1).- Ley 25,tit77,ibr.1, "Novísima recopilación" FelipeII y su época Madrid 1.999.
- (2).- Salabert Fabián V. L. "*La imprenta y la difusión y comunicación científica de los y las técnicas saberes y las técnicas*" (1561 – 1600). Felipe II: la Ciencia y la Técnica. Madrid 1.999.
- (3).- Muñoz Jerónimo. Libro del nuevo cometa y del lugar donde se hacen, y como se verá por las paralages cuan lejos están de tierra; y el pronóstico deste. Valencia 1.572.
- (4).- López Piñero J. M. Ciencia y técnica en la Sociedad española de los siglos XVI y XVII.. Madrid 1979.
- (5).- Fernández Navarrete M. Historia de la Náutica. Madrid 1846.
- (6).- Vicente Maroto M.I. y Esteban Piñeiro M. Aspectos de la Ciencia aplicada en la España del siglo de Oro. Salamanca 199l.
- (7).- Garcia de Céspedes A. Instrumentos nuevos de Geometría Madrid 1606.
- (8).- A.G.I. IG.749 *Informe del Consejo de Indias para que Garcia de Céspedes, ocupe la cátedra de matemáticas vacante desde el fallecimiento del doctor Ferrofino*. Madrid 9 de Agosto de 1607.
- (9).- Tosca Vicente. Compendio Matemático. Valencia 1757.

© Carlos E. Esteve 2003

HISTORIA DE LA GNOMÓNICA (II)

Disco en un plano (Discum in planitie) :

El trabajo de los intérpretes no ha sido fácil, pero gracias al excepcional hallazgo de una placa de mármol con un reloj horizontal grabado, por el Santo Amendola del siglo XVIII, sobre el Appia antigua, se ha podido medio identificar este reloj de Sol. Se trata de un reloj solar normal, horizontal, con líneas horarias temporales y las curvas del solsticio y el equinoccio.



Fig. 7 Disco en un plano.

Generalmente el trazo horario y las curvas diurnas estaban incluidas en un círculo largo el cual estaba indicando los principales vientos. Se demostraron exactas las teorías de los gnomonistas del renacimiento sobre la naturaleza de estos instrumentos, basada solo en las interpretaciones del texto de Vitruvio.

En cuanto a los otros relojes de Sol, diremos solo un poco. Sólo porque no conocemos con certeza la popularidad de los primeros tres, se puede decir que el **Plinthium o Lacunar** ha dado lugar a muchas hipótesis de los intérpretes, pero lamentablemente ninguna es definitiva. "La imagen de un cielo (techo) de artesón", cuyo término tal vez no ayuda a la imaginación. No son pocas las posibilidades que llevan a identificar al plinthium con aquellos típicos relojes de Sol que antiguamente, en el mundo helénico y romano, y en época medieval, fueron realizados cerca de los árabes, sobre las cuatro fachadas de los pilares y quizá también sobre la cúspide de estos.

El **Arachnen**, podría indicar un reloj de Sol cuyo trazo horario se presenta muy semejante, en forma gráfica, a la tela de araña. Entre los relojes de Sol conocidos, solo el astrolabio y el trazo horario normal cruzado de

las líneas diurnas asemeja a una tela de araña, por lo que es probable que se refiera a un instrumento semejante al astrolabio, o a un reloj de Sol horizontal completo con líneas horarias y líneas diurnas mensuales.

El **Pros ta Istoroumena** y el **Pros Pan Clima**, dejan menos dudas a los intérpretes, pero solo en lo relacionado al objetivo para el cual fueron construidos estos relojes de Sol. Es probable que se trate de 2 relojes de Sol portátiles, el segundo de los cuales era seguramente un reloj de Sol universal útil para diversas latitudes (como lo dice su nombre). Tal vez hay algo más que hacer con estos instrumentos en forma de anillo, o los del tipo de caja redonda con orificio gnomónico, del cual se ha encontrado un solo ejemplar estudiado y divulgado por el padre Angelo Secchi en el siglo pasado.

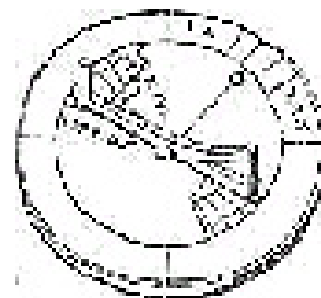


Fig. 8 Pros ta Istoroumena

De la **Pharetram** hay muchas dudas acerca de su naturaleza. Si el término indica la "faretra", como el objeto que representa el estuche que contiene las flechas que los arqueros portaban con ellos, entonces debemos esperar un reloj de Sol del tipo V, cuya disposición y uso son ignorados.

Más claramente identificable es en cambio el **Conum**. En relación con la palabra, se trataría de un reloj solar en forma de cono como muchos que se han encontrado en excavaciones arqueológicas. Por otra parte, Apolonio de Pérgamo no pudo evitar aplicar sus estudios fundamentales sobre el cono en el arte gnomónico, inventando y realizando los relojes de Sol cónicos en varias formas, los cuales

serían reproducidos hasta el fin del medioevo, sobretodo en el mundo árabe.

El **Antiboreum** podría identificarse con los pequeños relojes de Sol trazados en las caras dirigidas al Norte en los hemisiclos y en otros relojes solares. De esto son ejemplo el reloj de Sol doble de Pérgamo, el de Tenos y el cónico de Apolonio. Un reloj de Sol boreal, como complemento de aquellos dirigidos al Sur.



Fig. 9 Reloj de Sol de Pérgamo.

El **Engonato** es otro misterio. A pesar de los innumerables estudios dedicados a este instrumento por parte de los autores antiguos y últimamente por el historiador Mario Arnaldi, no ha sido posible todavía confirmar su relación con el reloj de Sol del tipo hemisferio vertical, semejante al descubierto en el antiguo Puerto de Anzio y que por siglos ha sido representado y descrito como el "Ercole Orario" de Ravenna.



Fig. 10 Reloj de Sol del Antiguo Puerto de Anzio. Representación del siglo II.

En lo que respecta al **Gonarchen**, algunos autores prefieren aceptar la hipótesis de que el término representa una antigua deformación de la palabra "conarachnen", haciendo referencia a un reloj de Sol en forma de cono con el trazo horario completo de las líneas diurnas. Pero en realidad, esto no se ha demostrado (ni siquiera es demostrable con los documentos y testimonios a nuestra disposición) y el término podría hacer referencia a relojes de Sol de diferente naturaleza.

Otra categoría de instrumentos citados por Vitruvio es la de los relojes solares llamados

"**colgantes**" (pensilia), con evidente referencia a los relojes solares portátiles, o bien transportables y por lo tanto "de viaje", pero son llamados "colgantes" porque para su uso correcto es necesario suspenderlos en el aire y orientarlos manualmente. De estos relojes se han encontrado diversos ejemplares de las más variadas formas. Lo que demuestra cuanto estaba relacionada la gnomónica en aquel tiempo, con un nivel técnico y artístico verdaderamente apreciable y cómo se transmitía de la escuela primaria helénica a la romana.

En particular se han encontrado, relojes de Sol colgantes de altura, del tipo de anillo astronómico, de caja cerrada (reloj de Sol de P.A. Secchi) y uno tipo sextante; pero sobretodo se han encontrado pequeños relojes de Sol de anillo de 3 cm de diámetro.

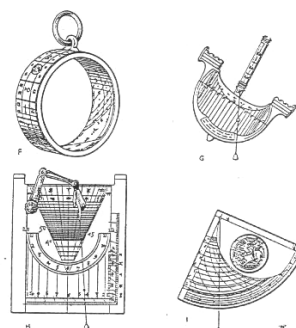


Fig. 11 Relojes de Sol portátiles.

Cuando el 11 de junio de 1755 fue encontrado en las excavaciones arqueológicas de Herculano un reloj solar que imitaba perfectamente el muslo de un jamón, probablemente los estudiosos pensaron que se trataba de una broma. Por el contrario, es verdaderamente un reloj solar de la antigüedad cuyo origen se remonta al año 28 a. C. aproximadamente. Con este descubrimiento podemos justificar lo que se había afirmado acerca de la condición técnica y del arte al que la gnomónica había llegado en aquel tiempo. Ese reloj de Sol fue denominado extrañamente todos los años siguientes, "jamón de Pórtico", siendo que fue encontrado en Herculano.

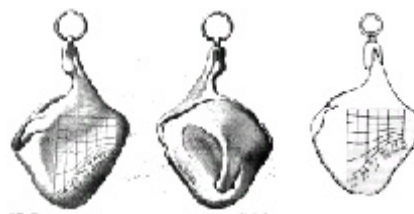


Fig. 12 Reloj de Sol llamado "Jamón de Pórtico".

Finalmente, dos palabras sobre el último reloj de Sol citado por Vitruvio y que

reservamos como el último a ser descrito en cuanto a su historia y ligeramente diferente de como es presentada habitualmente.

Según la opinión de los autores modernos, el **Pelecinum** sería un reloj solar compuesto de dos placas de mármol cuya forma recuerda la de un hacha de dos hojas. En algunos casos se ha confundido este reloj de Sol con los "de araña", o bien con los relojes de Sol en un plano horizontal o vertical, cuyo trazo horario delimitado por las curvas diurnas de los dos trópicos parece adoptar el diseño de una hacha *de dos hojas*. Pero en realidad, actualmente se habla de dos placas de mármol dispuestas en forma de hacha de dos hojas.

¿Qué era entonces el pelecinum? Vitruvio no habla de placas de mármol dispuestas en forma de hacha *de dos hojas* y los autores modernos han pensado en esto simplemente por la observación del desconocido reloj solar que tiene en la mano un filósofo griego, representado en un mosaico proveniente del antiguo pueblo romano de Trevi y actualmente conservado en el Landesmuseum de Trier. El filósofo, que parece ser Platón, tiene en la mano un reloj solar a la vista y más bien parece estar atento a orientarlo. Es un reloj solar formado (por lo que se puede ver en el mosaico) de dos placas de mármol que se abren como un libro casi a 90 grados. En el interior se distingue un trazo horario sobre las dos caras, pero no podría asegurarse que el diseño reproduzca fielmente el número exacto de líneas horarias y su verdadera disposición. Un pequeño "verunculum" o "spiedo", es decir un "estilo", actuaba como gnomon, colocado en la intersección de las placas de mármol.

Faltaba sin embargo una prueba definitiva y ésta vino, naturalmente, de la antigüedad. En "Exercitationes vitruvianae primae..." (ejercicios vitruvianos principales...) de Giovanni Poleni, en la edición de 1730, viene reportado un antiguo documento con el título "Anonymus scriptor vetus de architectura compendiosissime tractans..." (escritor anónimo del viejo tratado abreviado "De Architectura"). Se trata casi seguramente del texto original o de restos de una obra de Cetus Faventino del siglo IV, del cual Soubiran no había dado noticias.

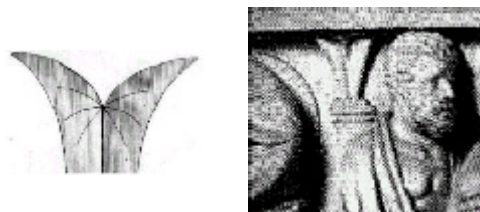


Fig. 13 Pelignum.

En este antiguo libro viene descrito con santo y seña el reloj de Sol representado en el

mosaico del pueblo de Trevi, pero su nombre original no es pelecinum, sino **Pelignum**. Falta saber, si los dos nombres se refieren al mismo reloj solar, que en tal caso, habría que acusar al copista post-Faventino, del error de haber cambiado el término por pelecinum, o bien, si se trata de dos instrumentos diferentes y solo el Pelignum ha sido identificado y el otro permanece desconocido.

Mi opinión es que el pelignum puede ser el reloj de Sol descrito por Faventino y que se ve en el mosaico de Trevi. El pelecinum, sin caer en hipótesis de metamorfosis de léxico, puede ser el propio reloj de Sol (horizontal o vertical) que muestra el trazo horario delimitado por las dos curvas diurnas del solsticio y cuya forma recuerda un hacha *de dos hojas*. Entonces, ¿qué era la araña? Muy probablemente un reloj de Sol horizontal con un trazo semejante al del astrolabio, es decir, semejante en su diseño al de una tela de araña.

Podemos agregar en lo que respecta a la interpretación de este reloj solar, que Faventino hace alusión al uso de este instrumento, con estas palabras: "Coloca la parte del reloj de Sol que indica la décima hora contra el Oriente equinoccial, como es conocido en muchos lugares". El oriente equinoccial es obviamente el punto cardinal Este, pero no sabemos si la "parte" de que habla Faventino fuese la esquina de la tabla, es decir el plano, o la cara que contiene las líneas horarias. Si ellos se referían, como creemos, al lado de la tabla dirigido al Este, el instrumento sería un reloj de Sol vertical plegado a noventa grados a lo largo de la línea meridiana.

En el momento del mediodía verdadero local, el Sol yace en el plano de la primera tabla y la hora sexta coincide con el ángulo (como dice Faventino), sobre el cual, las dos tablas están unidas. Después de la hora sexta se orienta el reloj de Sol de modo que el plano de la segunda tabla, que primero yacía en el plano Este-Oeste, yace ahora en el plano meridiano. Se conocen solo 2-3 representaciones de este extraño reloj de Sol que mil años después, es retomado por los astrónomos árabes y modificado en varios otros ejemplares.



Entre otros monumentos gnomónicos notables del período tardo-helénico, es de

mencionarse la gran **Torre de los Vientos**, un tipo de torre octagonal atribuida a Andrónico Cirreste, concebida inicialmente como un gran reloj de agua. Fue transformada alrededor del primer siglo en monumento gnomónico por un autor hasta hoy desconocido, que realizó ocho relojes solares verticales del tipo mural, los únicos que se han mantenido desde la antigüedad, óptimamente conservados y que tienen todavía los ortostilos originales.



Fig. 14 Torre de los Vientos en Atenas.

Los numerosos relojes solares descubiertos en las excavaciones arqueológicas desde el siglo XVIII hasta la actualidad, constituyen la más grande y bella evidencia de cómo los Romanos, notoriamente más dedicados a las artes militares que a la ciencia y la filosofía, heredaron gradualmente todo (o casi todo) el saber gnomónico de la antigua Grecia. Debieron haber tenido no poca dificultad para adaptarse al uso del reloj solar cuando uno de estos finalmente fue robado de algún lugar y llevado a Roma por L. Papirio Cursor. Se cuenta que Valerio Messala se apropió de un reloj solar griego instalado en Catania y lo transportó a Roma, pero él no sabía que el reloj de Sol, siendo calculado para la latitud de Catania, no podía funcionar bien en Roma. Por lo que parece, los romanos no se dieron cuenta y utilizaron el reloj solar leyendo la hora inexacta durante 99 años, hasta que fue construido uno para la latitud de Roma.

La leyenda es digna de mencionar en cuanto a que, sí es cierto que el error no podía ser muy relevante (alrededor de 5-10 min) y difícil de advertir en la lectura del reloj solar, esto demuestra que los romanos eran completamente ajenos a esta ciencia cuando en Grecia había ya transcurrido el período más floreciente.

Es muy probable que el famoso reloj solar de Augusto fuese realizado por un arquitecto griego. Con todo esto, no faltan evidencias sobre el apreciable esfuerzo de los romanos para que lo enseñado por la escuela griega diera frutos. Esto se advierte en las construcciones correspondientes al período del

imperio tardío, del cual fueron maestros los incomparables agrimensores romanos y en primer lugar, Palladio, Iginio y otros.

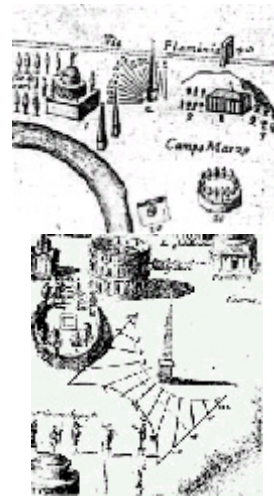


Fig. 15 Representaciones del Reloj de Sol de Augusto en el campo Marte en Roma.

Pero regresando por un momento al reloj de Sol de Augusto, sin duda, la más grandiosa evidencia gnomónica obtenida del pasado. La obra se coloca dentro de uno de los tantos vanagloriosos proyectos ambiciosos del emperador Cesar Augusto, dirigidos a la sistematización arquitectónica del Campo Marte.

Así, entre l'Ara Pacis y los pórticos de Agrippa, en el centro de un gran parque, ordenó se construyese un grandioso reloj solar. Nada mejor para esta finalidad, que un bello obelisco egipcio, robado del fresco de Heliópolis en el año 12 a.C. y transportado a Roma con enormes embarcaciones. De esta forma, la obra sería doblemente grandiosa, primero porque sería el más grande del mundo en dimensiones y segundo porque sería realizada usando como gnomon un obelisco sacro de los egipcios para la adoración del Sol. La obra fue inaugurada el año 9 d. C. y, según refiere Plinio, fue realizada por un personaje llamado "Fecundo Novo", sobre el cual los autores modernos han expresado muchas opiniones contrarias.

Según algunos, se da a entender que la obra se debió a un "ingenio fecundo", pero según la interpretación de los antiguos historiadores, como Salmasio, emerge un personaje llamado Manilio o Manlio, que seguramente se trata del gran Manilio que escribió el "Poema Astronómicon", uno de los pocos astrónomos romanos de cierta importancia. Contrariamente, se podría pensar que Augusto hubiese encargado a un

gnomonista experto griego la realización de la obra, y que éste podría ser Epigene di Bisante, que según Séneca, se distingue en la época de Augusto como confirmado estudioso de gnomónica, al grado de ser llamado Epigene Gnomónico.

La historia del obelisco y de los sucesos arqueológicos del Renacimiento, es amplia y compleja. Diremos brevemente que todo permaneció sepultado en las ruinas del Campo Marte hasta 1463, cuando finalmente fue descubierto. En 1475, Pomponio Leto indicó la ubicación cerca de la iglesia de San Lorenzo en Lucina. Grandes autores se ocuparon de desentrañar la historia del obelisco. Recordamos a Volterrano, Fulvio, Marliano, Gamucci, Vacca, Clavio, Masi, Kircher, y otros. Así, a Kircher, le fue encargado por el Papa Sixto V, presentar un proyecto para desenterrar el grandioso "gnomon" y ponerlo a funcionar, pero éste desaconsejó la delicada operación. Así, el mérito de haber hecho retornar a la luz al obelisco, corresponde a Benedicto XIV, encargándolo en 1748 al famoso maestro Zabaglia.

Es interesante, considerar que desde el siglo XVI, los autores se esforzaron en interpretar y reconstruir la forma del reloj de Sol del cual el obelisco era el altísimo gnomon. Y también en esto, la divergencia de opiniones estaba al orden del día. Podemos decir que, yendo a contracorriente, solo dos hombres supieron interpretar justamente el secreto del trazo horario del reloj de Sol, que debía encontrarse a cualquier profundidad bajo los adoquines del Campo Marte. Estos fueron Masi y el gran Athanasius Kircher, que, en 1650 restituyeron el diseño completo de todo el reloj de Sol y de su extensión. Fueron los únicos que sostuvieron que no podía tratarse de un reloj de Sol compuesto únicamente de la línea meridiana, sino de un instrumento completo con todas las líneas horarias (especificando que éstas eran temporales) y de las curvas diurnas. El diseño que ellos hicieron, publicado en *Obeliscus Panphilius*, es idéntico al obtenido por el arqueólogo tedesco Bruckner en el reciente descubrimiento arqueológico sobre el antiguo adquinado del reloj de Sol.

Nota curiosa: en el siglo XVIII, el reloj de Sol de Augusto todavía se representaba en el "cartine" de Roma como un reloj solar con horas astronómicas y en un caso, ¡con horas italianas!

Antes de terminar esta vista general sobre la gnomónica antigua, es necesario advertir al lector de un muy reciente y extraordinario descubrimiento efectuado por el gnomonista Mario Arnaldi de Ravena, y publicada en el artículo, "A roman cylinder dial:

witness to a forgotten tradition", escrito por Mario Arnaldi y Karlheinz Schaldach, en el Journal of the History of Astronomy, vol. XXVIII, Cambridge, 1997. Se trata de algo muy simple, sin embargo sorprendente: un reloj de Sol cilíndrico vertical, de la categoría "de pastor", ¡de la época romana! Retrocediendo, después de aproximadamente un milenio de la invención de este instrumento, que hasta hoy fue atribuido primero a los árabes (cerca del siglo IX) y sucesivamente divulgado en la Europa cristiana por el monje Ermanno Contratto en la primera mitad del año mil. El reloj de Sol redescubierto por Arnaldi era conservado en el Museo del Este y ¡nadie había hecho caso de su importancia histórica! El único ejemplar que se conoce en el mundo.

Es probable que este reloj de Sol esté incluido en la lista de Vitruvio, aunque no hay elementos para confirmar que el cilindro horario fuese conocido en su tiempo (el ejemplar del Museo del Este corresponde al siglo II d. C. y Vitruvio vivió cerca de un siglo antes).

En los **primeros siglos de la Era Cristiana**, la gnomónica todavía iluminada por el débil resplandor de sus fulgores helénicos, se encaminó hacia un período de decadencia que caracteriza toda la época tardía de la antigüedad y el Alto Medievo. Son muy pocos los elementos, sobretudo arqueológicos, que se han encontrado de esta etapa y prácticamente nulo testimonio escrito.

Ciertamente también en aquel período, la medición del tiempo debía en cierto modo interesar por lo menos a la población citadina además de a los científicos. Por esto, se encontraron rastros débiles de experimentos gnomónicos en textos de agrimensores como Palladio e Igino, un hemicírculo del siglo IV con horas canónicas y por lo tanto de uso religioso; del mismo periodo un pelignum representado sobre un sarcófago, además de otros instrumentos encontrados que hacen pensar que hasta el siglo V era al menos una herencia de lo que la gnomónica había producido hasta aquel momento.

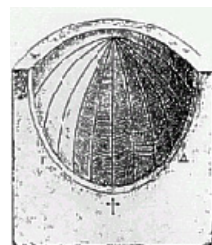


Fig. 16 Reloj de Sol canónico del siglo III d.C. El más antiguo que se conoce.

Continuará en la próxima edición.

REALIZACIÓN DE UN RELOJ DE SOL GRABADO EN PIEDRA

Carlos María Sánchez Rodríguez

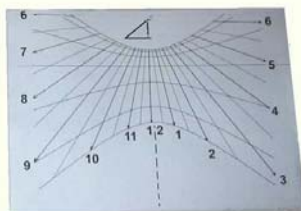
La piedra ha sido el material empleado tradicionalmente para la realización de relojes de sol. Ningún otro material resiste tanto las inclemencias del tiempo y el paso de los años. Todavía sobreviven relojes con una antigüedad de varios milenios. Podemos encargar el grabado a un marmolista pero, aunque el resultado no sea tan perfecto y profesional, la satisfacción de hacerlo uno mismo es infinitamente mayor.

MATERIALES:

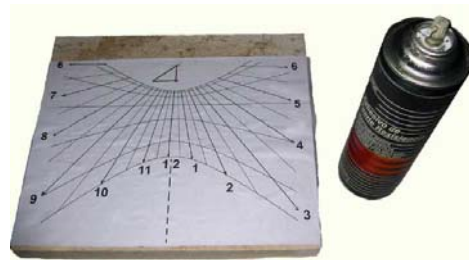
- Una placa de piedra o mármol
- Papel adhesivo o pegamento en barra o spray
- Un aparato grabador de vidrio (opcional)
- Un cuchillo o navaja puntiaguda
- Una regla metálica
- Chapa de latón
- Cizalla o tijera para cortar metales
- Papel de lija de tamaño grueso
- Pegamento de dos componentes
- Máquina de taladrar y broca fina para piedra

REALIZACIÓN:

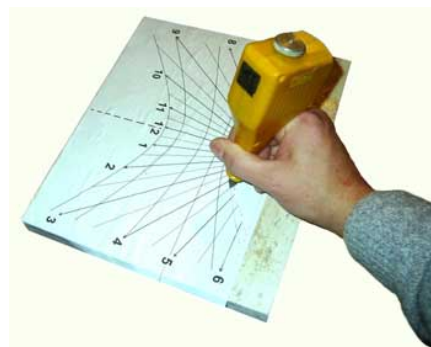
Diseñamos el reloj de sol en un papel. En estas fotografías he realizado un reloj de sol vertical meridional para la latitud de Albacete con horas civiles y calendario con signos zodiacales.



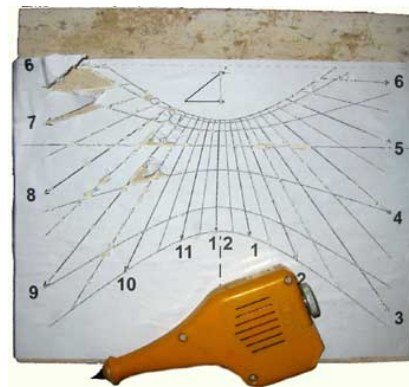
El papel puede ser adhesivo (va bien para pegarlo en el mármol). También vale un papel normal encolándolo con pegamento en spray o en barra.



Con el grabador de vidrio, que es un aparato eléctrico dotado de una punta muy dura y que venden en ferreterías o tiendas de bricolaje para grabar el vidrio o materiales duros, repasamos el dibujo mediante pequeños puntos muy juntos. (Puede hacerse directamente con la punta del cuchillo) Esta es la fase de calcado.



El dibujo ya está marcado en la piedra.



Despegamos el papel mediante agua y un estropajo suave.



Ahora es el momento de empezar a rascar las líneas con la punta del cuchillo. Como la piedra está mojada cuesta menos. Al principio hay que ir lentamente y con mucho cuidado hasta ir profundizando los surcos. Con una broca haremos varios agujeros en el lugar donde se colocará el gnomon.



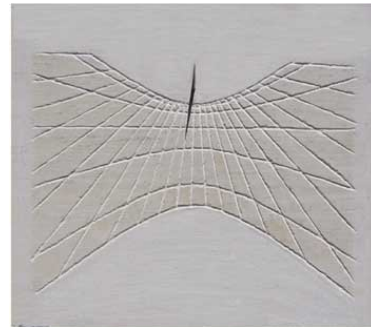
Recortaremos el gnomon de una chapa de latón.



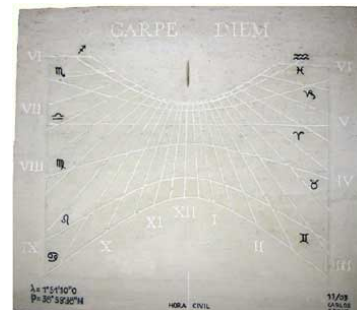
Pondremos pegamento extrafuerte de dos componentes en la ranura y colocaremos el gnomon perpendicular a la base del reloj.



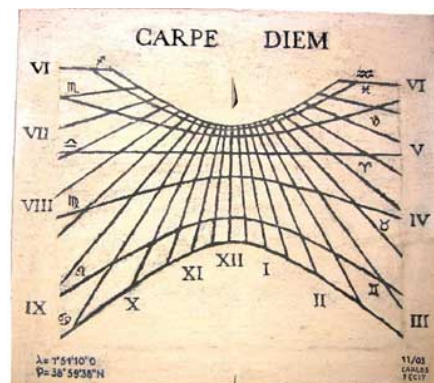
Con una lija de tamaño grueso limpiaremos las zonas que tengan algún resto de pegamento o que deseemos aclarar



Ahora podemos optar por grabar , pintar o ambas cosas los números de las horas, signos del zodiaco, divisas, fecha de realización, autor, longitud y latitud.



Mediante tinta, óleos, o pintura de exteriores acabaremos de rellenar los surcos. El resultado es el siguiente

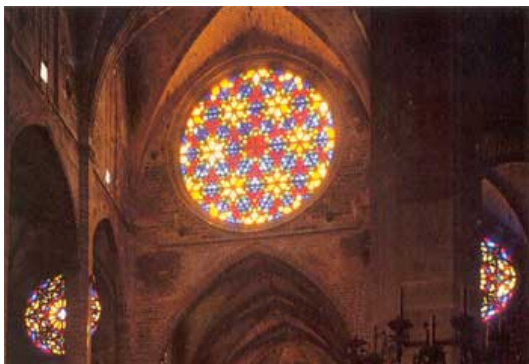


FENÓMENO GNOMÓNICO EN LA CATEDRAL DE MALLORCA

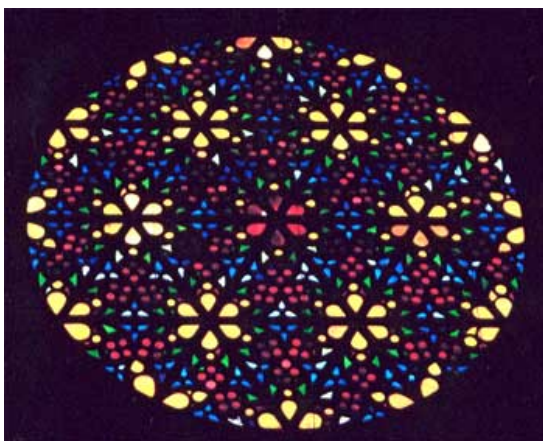
Por Joan Serra Busquets

Nadie que haya entrado en la catedral de Mallorca ha permanecido impasible ante los efectos que la luz interior entre claros, sombras y colores producen. La riqueza cromática de sus enormes vitrales es la encargada de tamizar y difundir la intensa luminosidad mediterránea convirtiéndola en formas y juego de luces que sirvieron de inspiración a Joan Miró para la creación de sus “Constelaciones”

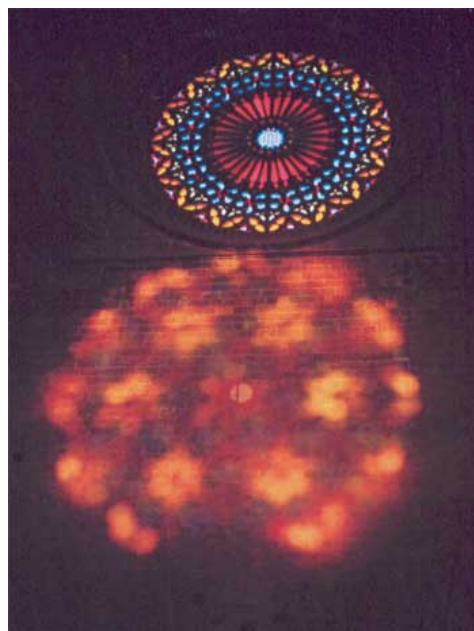
Sin duda, el rey de los vitrales es el gran rosetón de 11,5 metros de diámetro, siendo el más grande del mundo gótico, con una superficie de 104 m². Este rosetón preside la nave central y, otros dos más pequeños, las naves laterales, como puede apreciarse en la foto.



Lo forman 1.236 cristales que configuran la estrella de David y ha tenido que ser repuesto en tres ocasiones, la última de ellas, tras caer una bomba durante la guerra civil.



Dos veces al año, sobre el 11 de Noviembre y el 2 de Febrero, aproximadamente a las 8, y si la meteorología lo permite, sus colores se proyectan sobre el muro opuesto, justo debajo del rosetón situado en él, ofreciendo un colorido efecto, tan espectacular como fugaz. Y digo fugaz porque la rapidez con la que se desplaza la imagen proyectada no sólo es una demostración de la velocidad de la rotación terrestre sino que es la constatación visible, que no palpable, del *Tempus fugit irreparabile*.



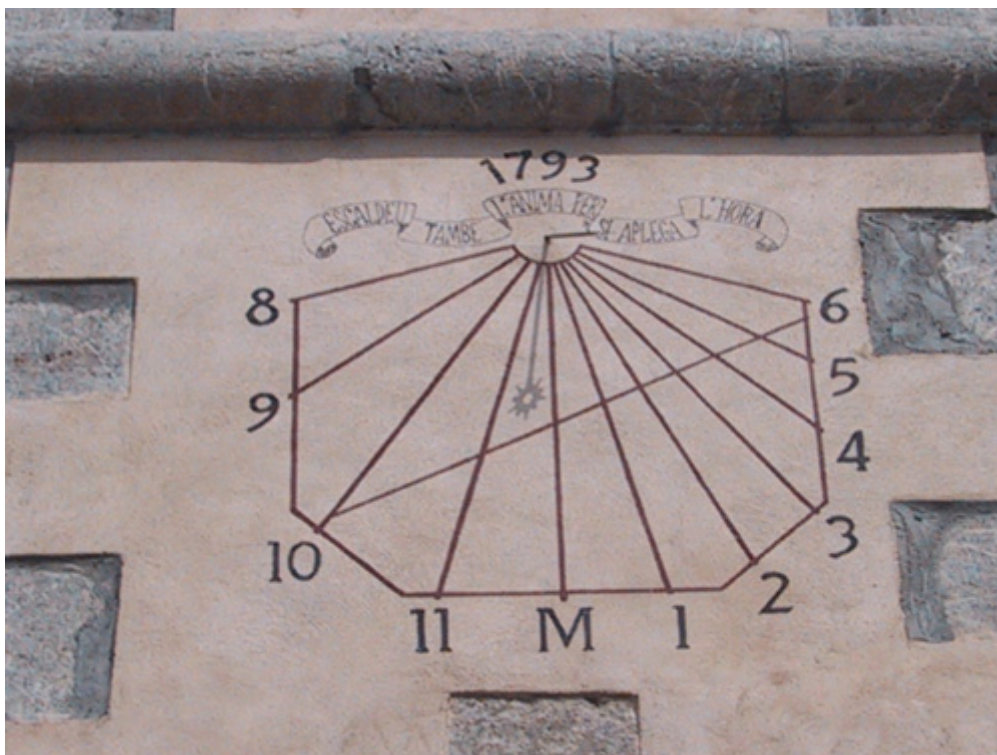
Para los que se han perdido el fenómeno ocurrido este último 11 de Noviembre del cual da fe esta foto realizada por Xesca Vives, sirva esta reseña como invitación e incitación para acudir a contemplarlo el próximo 2 de Febrero para lo cual la catedral abre sus puertas desde las 7 de la mañana.

Naturalmente unos días antes y después de estas fechas también puede apreciarse el fenómeno con unos minutos de diferencia, sin embargo, estos dos días son los únicos en que abren las puertas a tan temprana hora.

© Joan Serra Busquets 2003

FOTO COMENTADA

Por Joan Serra Busquets



Ignacio de la Fuente me envía esta foto de un reloj situado en Figueroles, Castellón, del año 1793 aunque reformado, obviamente.

Lo he puesto en esta sección porque presenta varios aspectos que me han llamado la atención por ser poco habituales en los relojes españoles de aquella época y que, sin embargo, eran muy frecuentes en los relojes italianos.

Los elementos poco habituales eran:

- La línea equinoccial
- El gnomon perforado
- La "M" en lugar de las 12, indicando el mediodía
- El lema en la filacteria

- El lema en sí es original respecto a los que habitualmente se inscribían ya que no viene recogido en ninguna de las recopilaciones de frases y sentencias.

Dice en catalán: **“Escalda tambe l'anima per si aplega l'hora”**

Que puede traducirse por: **“Calienta también el alma por si llega la hora”**

El autor de este reloj se inspiró claramente en algún modelo italiano para romper con el repetido método habitual español que, por lo general, eran más austeros.

¿CUÁNTAS HORAS DE LUZ QUEDAN?

Por Antonio Barceló Roldán

El excursionista en el campo, aunque esté bien orientado, necesita saber, no sólo la hora que es, sino también las horas de luz que quedan para que sobrevenga la oscuridad de la noche, cosa que ningún reloj puede facilitarle.

En un apartado lugar, deseando llegar a su destino, el viajero campestre precisa saber a qué hora se pone el Sol. Para saberlo, se puede utilizar el siguiente método al caer la tarde:

Extiende por completo tu brazo izquierdo en horizontal, como indica el dibujo adjunto, con el dedo pulgar apuntando hacia arriba, los dedos restantes juntos y bien extendidos, y la palma de la mano formando un ángulo hacia ti.



Mueve ahora el brazo hasta situar el sol en el ángulo de la **L** formada por tus dedos pulgar e índice. Observa seguidamente la distancia vertical desde ahí hasta el punto en el horizonte por donde el sol desaparecerá, en relación con la anchura de tus dedos (recuerda que el Sol continuará inclinándose un poco hacia la derecha, a medida que descienda). La anchura de cada dedo equivale a unos quince minutos de luz, de modo que si la distancia es de cuatro dedos, te queda aproximadamente una hora hasta que la luz sea tenue y el aire fresco. Si quedase más de una hora para la puesta de sol, necesitarás ayudarte con los dedos de la otra mano.

Este mismo método puede ayudarte a determinar qué hora es por la mañana. Si sabes aproximadamente a qué hora sale el sol en el lugar donde tú te encuentras, y no has traído tu reloj, o te has quedado dormido, puedes hacer esto: Utilizando tu brazo derecho, haces el truco del brazo en dirección al sol, que estará hacia el Este, para averiguar cuánto tiempo hace que salió, y añadir ese lapso de tiempo a la hora de la salida del astro rey, obteniendo así la hora actual-

¡Quizá hoy mismo tuvieras necesidad de revisar el objeto de tu marcha..!

POEMAS GNOMÓNICOS

Por Antonio Barceló Roldán

VULNERANT OMNES, ÚLTIMA NECAT

En el reloj de Sol,
la sombra se prolonga y se desplaza,
restándole sus horas a los días,
y durmiendo de noche a la mañana.

No hay detención posible en esa senda
donde la muerte tiene su parada:
cuando levanta Febo, se despierta
su compañera fiel, la sombra amarga.

¿Qué importa que los hombres la produzcan
sobre un reloj en mármol de Carrara?
¿Qué importa que el cuadrante fuera en oro,
adornado de piedras o de plata?

La sombra está también en los relojes
de manecillas negras o doradas,
pues la tiniebla en sí, no es más que sombra
eternamente helada.

¡Son las horas las que, continuamente,
nos hieren poco a poco las entrañas,
y a coro nos repiten, convincentes,
que la última siempre es la que mata!.

© Antonio Barceló 2003