

**Las horas que limando están los días
que royendo están los años.**
Góngora

Solsticio de invierno
Día 22-12-2002 a la 02:14:21
El sol entra Capricornio

4 de Diciembre eclipse TOTAL de Sol. Visible en Africa meridional, en el sur del Índico y en Australia.

SUMARIO DE LA EDICIÓN DE DICIEMBRE 2002



Reloj multignomon. De Lorenzo López y Antonio Cañones
Original reloj y el primero en España en el que una serie de gnomones proyectan su sombra sobre un punto indicador.

Relojes de difracción. De Francesc Clarà
El fenómeno de la difracción aplicado a un reloj de sol en un CD-rom.

Relojes con calendario. De Joan Serra
Explicación sencilla de cómo se insertan las curvas del calendario en un reloj de sol.

Ecuatorial cilíndrico. De Joan Serra.
Continuación de los relojes ecuatoriales iniciada en la edición anterior. Ahora, un reloj ecuatorial o polar cilíndrico.

Tiempo Medio en los analemáticos. De Joan Serra
Estudio de la conveniencia o no de aplicar el analema de Tiempo Medio en un reloj analemático.

Reloj de pastor. De Joan Serra
Transcripción del método para construir un reloj de pastor del manuscrito de Jerónimo de Berard.

Cuenca gnomónica (II). De Joan Olivares
Continuación del interesante viaje gnomónico por la región de Cuenca.

Reloj en Chinchilla. De Joan Serra
Équivoco provocado por la perspectiva.

Los tres músicos, de Velázquez. De Joan Serra
Alusión gnomónica en el cuadro de Velázquez.

Náufrago. De Joan Serra
Analema de Tiempo Medio equivocado en la película náufrago.

Sellos gnomónicos
Sellos con temas gnomónicos editados en España.

Sabías que... De Antonio Cañones
Curiosidades gnomónicas

Tablas para el año 2003

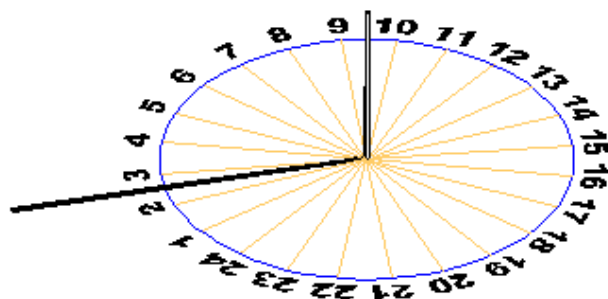


RELOJ DE SOL MULTIGNOMON

Por Lorenzo López y Antonio Cañones

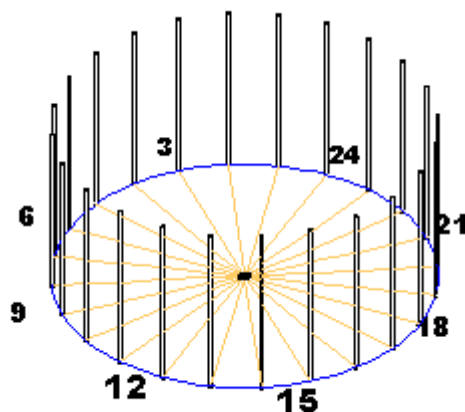
Todos hemos visto Relojes de Sol de muchas clases, verticales orientados y declinantes, horizontales, ecuatoriales,... y con muchos y distintos tipos de gnómones, polares, azimutales, triangulares, de varilla,... y hasta Relojes de Sol sin gnomon como pueden ser los esféricos.

Buscando la originalidad e intentando encontrar un tipo de Reloj de Sol nuevo y distinto a lo ya creado nació la idea de este Reloj Multignómon. El resultado es un diseño con 13 gnómones, uno para cada hora del día, y un único punto central de lectura, con un impacto visual muy estético y perfecto para realizarlo en grandes dimensiones.

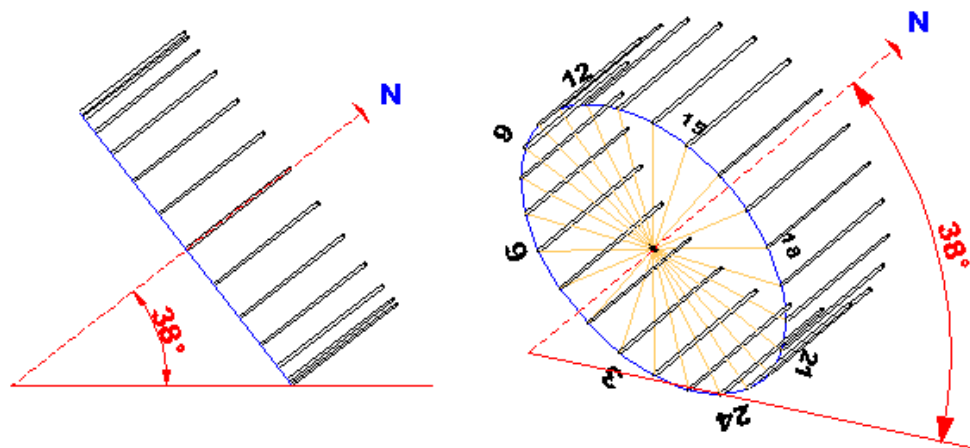


Para conseguirlo, partimos de un supuesto reloj horizontal situado en el Polo Norte que, por estar allí, sería también ecuatorial. Constará de un gnomon con un círculo a su alrededor donde colocamos, cada 15 grados, una señal correspondiente a cada hora. Este reloj, con el gnomon perpendicular al suelo, nos daría 24 horas en una jornada ficticia ideal en fechas cercanas al solsticio de verano.

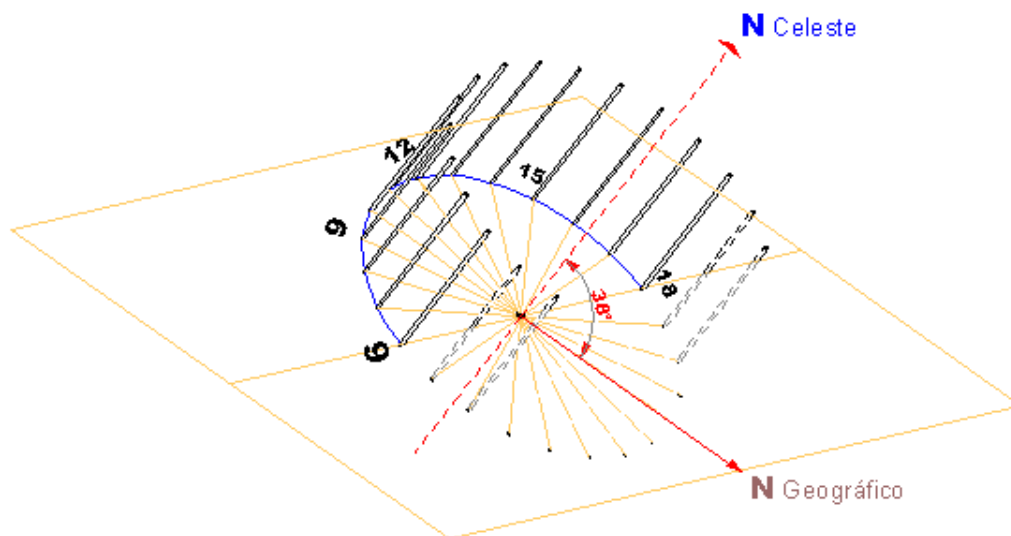
Cambiando los elementos del reloj, dejamos en el punto central una marca, y en los puntos horarios colocamos 24 gnómones verticales. Hemos creado un cilindro perpendicular al suelo y formado por 24 generatrices, cada una correspondiente a una hora del día.



Así tendremos un reloj básico del que partir para llevárnoslo a nuestra latitud simplemente con inclinar las generatrices los grados correspondientes para que sigan dirigidas hacia el Norte celeste y teniendo en cuenta que las horas serán las inversas, es decir, las 12 del mediodía actual corresponde a las 24 horas, las 6 de la mañana a las 6 de la tarde y así con todas las horas.

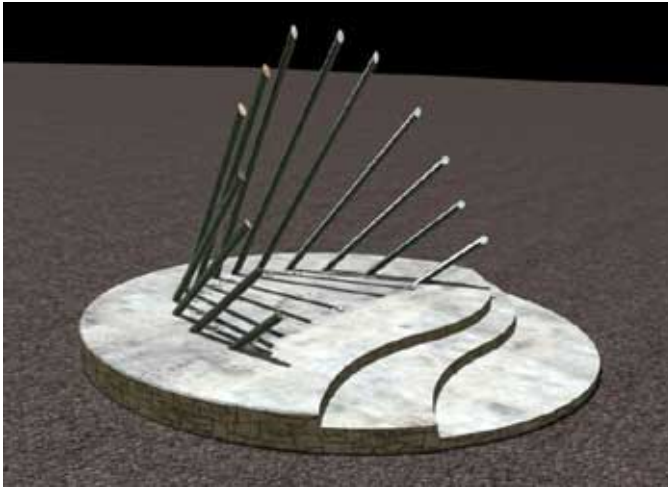


Puesto que no todas las horas están soleadas en una latitud como la nuestra, deberemos cambiar el plano de lectura que se nos ha quedado con la inclinación de la colatitud, a un nuevo plano que puede ser nuestro horizontal o vertical.

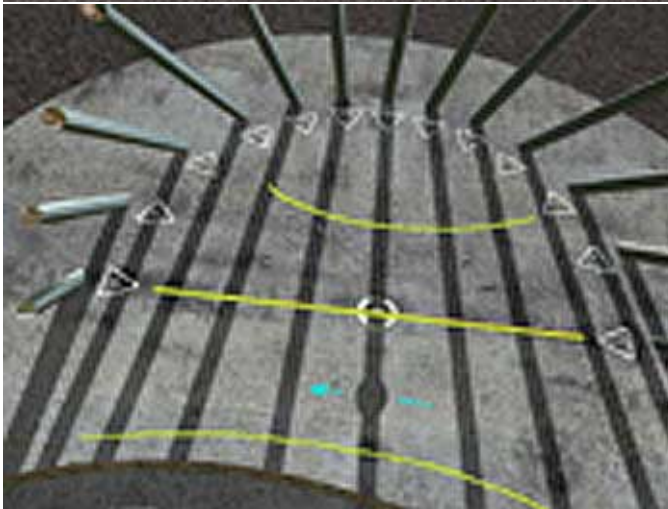


Sea como sea el plano de lectura decidido, debemos eliminar los gnomones de las horas nocturnas, al igual que cualquier otro Reloj de Sol no indica dichas horas.

Estamos pues con un cilindro compuesto por unos gnomones inclinados y seccionados por un plano que ha generado una elipse en el suelo y un eje central que es el que recibe sus sombras. Nos quedamos con la intersección de este eje con el plano que es lo que nos servirá de punto de referencia o lectura.



Intentando mejorar el aspecto visual del reloj podemos transformar el cilindro de partida por otra figura geométrica de revolución como pueda ser un cono. ¿Cuál es el secreto para que siga funcionando si cambiamos la inclinación de los gnómones? Cada gnomon funciona solo para la hora en cuyo plano horario ha sido colocado, por lo tanto, si los mantenemos dentro de ese plano seguirá funcionando aunque lo movamos hacia adelante o hacia atrás. Cumpliendo con esta condición podremos inclinarlos lo que nuestro diseño pida y siempre funcionará.



A este reloj le podemos incorporar líneas de calendario colocando en el gnomon de una de las horas centrales, mejor las 12, un nodo o punto de referencia. La sombra de este nodo en la hora elegida para el día del equinoccio la haremos coincidir con el punto de lectura del reloj. Así obtendremos una línea recta que nos indicará los puntos cardinales Este y Oeste de la que partirán hacia el Norte o el Sur el resto de hipérbolas de calendario hasta las solsticiales.



Otro aspecto a tener en cuenta es la longitud de los gnómones que no debe ser inferior a la necesaria para que las sombras de sus extremos, en el día del solsticio de verano, pasen por el punto de lectura. Para ello partimos del plano ecuatorial que pasa por dicho punto y haciendo centro en él trazaremos un cono cuyo eje tendrá la inclinación de la latitud del lugar y estará generado por un triángulo cuyo vértice que parte del centro de lectura tiene un ángulo de $66^{\circ} 33'$, que corresponde al ángulo complementario de la máxima declinación anual del Sol. Los puntos de intersección

de la superficie generada por el cono con cada uno de los gnómones nos darán las longitudes buscadas.



¿Cómo leer la hora en un reloj que genera trece sombras? Cada gnomon tiene su correspondiente numeración horaria y, su sombra, al pasar por el punto de lectura, será la que nos indique la hora. Para cualquier otra fracción horaria habrá que hacer la estimación oportuna según las distancias al punto de lectura de las dos sombras adyacentes, como en cualquier otro Reloj de Sol.

Este diseño ya ha sido llevado a la realidad en el IES “ALBUJAIIRA” en la localidad de Huércal – Overa (Almería – España) en un tamaño intermedio del que se puede realizar. La amplitud máxima de distancia entre gnómones es de 250 cm y la altura del gnomon mayor es de 265 cm. Los gnómones son de acero inoxidable de 63 mm de diámetro y macizados con hormigón armado. Acompañan al reloj dos placas, una con la dedicatoria, autor y fecha y otra con la Ecuación de Tiempo y una breve leyenda explicativa de su aplicación.



Quien quiera más datos sobre la construcción de este Reloj Multignomon, puede encontrarlos en la dirección <http://webs.ono.com/usr002/andana/camay02.htm> . Para hacer alguna consulta referente a su construcción dirigirse a lopezasensio@yahoo.es

Idea: Lorenzo López
 Texto y dibujos: Lorenzo López y Antonio J. Cañones

RELOJES SOLARES DE DIFRACCIÓN

Por Francesc Clarà

Hay un complejo fenómeno óptico, llamado difracción de la luz, descrito ya en el año 1663 por el Padre Grimaldi de Bolonia y explicado mas tarde por Fresnel, que puede definirse como la alteración que experimenta la trayectoria rectilínea de un rayo luminoso, al pasar rozando la superficie de un cuerpo.

Si la superficie del cuerpo así iluminado no es lisa, sino que está formada por una retícula de pequeños y finos surcos rectilíneos, paralelos y equidistantes, con separación entre sí del orden de aproximadamente una micra, se produce, además de la difracción, la descomposición de la luz incidente, en los diferentes colores que la forman.

La superficie de un CD, es muy apropiada para poder observar estos fenómenos, ya que está surcada por una fina espiral muy apretada, cuyo paso es de solo 1,6 micras, y aunque los surcos de esta espiral, evidentemente no son rectilíneos, a efectos prácticos pueden considerarse como tales, ya que al producirse la difracción en una franja muy estrecha, prácticamente se confunden los arcos de la espiral con sus cuerdas geométricas.

Así pues, si disponemos un CD de tal forma que la luz del sol incida en su superficie, veremos que en ella se forma una sutil línea de colores iridiscentes, dispuesta diametralmente, y orientada en dirección al sol.

Observaremos que esta línea luminosa se mueve siguiendo el camino del sol, por lo que graduando convenientemente el borde del CD, en principio, debería servirnos para señalar la hora. Pero comprobamos que la línea luminosa también se mueve si varía el punto de mira del observador, cosa que desvirtúa la lectura horaria.



Para que esto último no suceda es necesario que la dirección de la mirada del observador se mantenga siempre perpendicular a la superficie del CD, y una manera práctica, aunque no la única, de conseguir automáticamente esta colimación, puede ser la colocación de un pequeño espejo debajo del agujero central del CD, en el que se reflejará el ojo del observador.

La experiencia nos dice que, la ecuatorial es la posición mas adecuada para utilizar un CD como reloj de sol, ya que en cualquier latitud, los ángulos horarios son siempre equivalentes a 15 grados.

Además, si el CD utilizado no tiene etiquetas pegadas, ni está serigrafiado, su semitransparencia nos permitirá consultarlo siempre por su cara superior, resultando mucho más cómodo al no tener que cambiar de cara según sea invierno o verano, como sucede con los tradicionales relojes ecuatoriales de disco.

En la fotografía puede verse un reloj de sol portátil, con brújula incluida para su correcta orientación, construido de esta forma.

La inclinación del CD debe ser igual a la colatitud local, y en consecuencia, la visual del observador correctamente situado, formará con

la horizontal, un ángulo igual a la latitud, como correspondería a la inclinación del gnomon en un reloj ecuatorial normal.

Veamos ahora lo que ocurre si situamos el CD en posición vertical y lo giramos sobre sí mismo hasta que su superficie coincida con el plano que contiene el sol.

En esta posición, y dirigiendo siempre la mirada perpendicularmente a su superficie, es evidente que la recta luminosa, al orientarse hacia el lugar que ocupa el sol en aquel momento, nos indicará su altura sobre el horizonte, y si dividimos convenientemente el borde del CD, de forma que el cero coincida con la línea horizontal, y el 90 con la parte superior podremos leer directamente esta altura en grados.

La fórmula nº 1 que nos permite calcular la altura solar en un momento dado, es:

$$\text{sen } h = (\text{sen } \delta \cdot \text{sen } \varphi) + (\cos \delta \cdot \cos \varphi \cdot \cos AH)$$

En la cual,

h = ángulo altura solar
 δ = declinación del sol
 φ = latitud del lugar
 AH = ángulo horario

Si con ella calculamos las distintas alturas solares de las diferentes horas, de un mismo día determinado de cada mes, podremos diseñar un gráfico anual de las curvas horarias, que dibujado sobre un papel transparente, para que no entorpezca la visión de la recta luminosa, podremos colocar sobre la superficie del CD, y este funcionará correctamente como un reloj solar de altura, que además será autorientable.

En la figura 1 representamos un reloj calculado y dibujado de esta forma. En él hemos calculado las alturas solares de cada hora, a medianos de cada mes, y para simplificar, hemos juntado los meses de dos en dos, ya que en el transcurso del año, sus alturas solares son prácticamente simétricas.

En este ejemplo, hemos supuesto que estábamos a medianos de abril (o de agosto), en que la declinación solar promedio de los dos meses, es de unos $11^{\circ}5'$.

Si calculamos, con la fórmula nº 1, la altura solar que corresponde a las 14 horas del día supuesto, encontraremos que es de $49,82^{\circ}$.

Efectivamente, en este día y hora, podemos comprobar que mientras un extremo de la línea de difracción (de color verde en el dibujo), señala los $49,82^{\circ}$ en la escala graduada de la parte superior del CD, el otro extremo coincide, en el círculo del citado mes de abril, con la línea horaria de las 14 horas.

Probemos ahora de colocar el CD en posición horizontal, orientándolo en la dirección Norte Sur previamente marcada en su superficie, y mirándolo como siempre perpendicularmente.

Es evidente que ahora, lo que nos indicará la dirección del rayo luminoso será el acimut, o distancia angular que separa la vertical del sol, de la meridiana de lugar, medida sobre el horizonte racional, y dividiendo convenientemente el borde del CD, de forma que el 0 coincida con la dirección sur, y el 90 con las

RELOJ SOLAR DE ALTURA

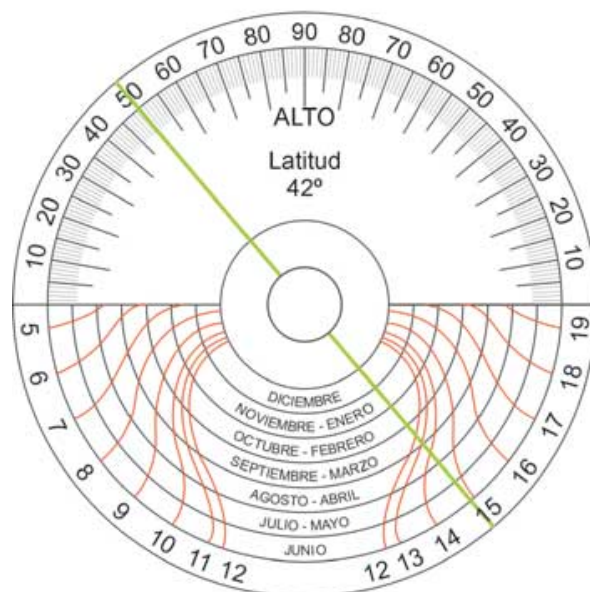


Figura 1

direcciones este y oeste, podremos leer directamente en grados, positivos o negativos, el valor de este ángulo.

La fórmula nº 2 que nos permite calcular el acimut en un momento dado, es:

$$\text{tg } Az = \frac{\text{sen } AH}{(\text{sen } \varphi \cdot \cos AH) - (\cos \varphi \cdot \text{tg } \delta)}$$

En la cual,

Az = acimut del sol
AH = ángulo horario
 φ = latitud del lugar
 δ = declinación del sol

Como en el caso anterior, si con ella calculamos los ángulos acimutales de las diferentes horas del día, de un día determinado de todos los meses, podremos diseñar un gráfico anual de las curvas horarias, que dibujado sobre un papel transparente, para que no entorpezca la visión de la recta luminosa, podremos colocar sobre la superficie del CD, que en este caso, funcionará como un reloj acimutal.

RELOJ SOLAR ACIMUTAL

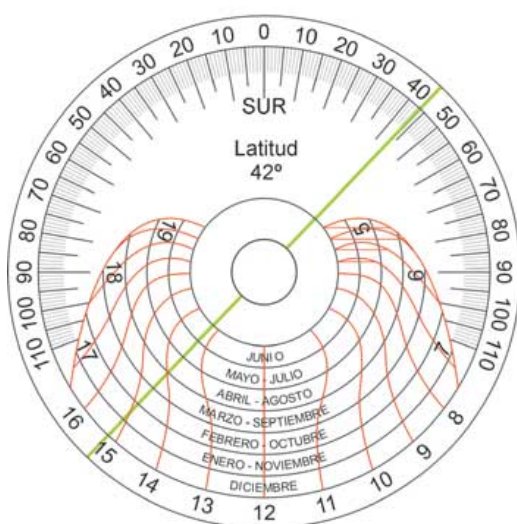


Figura 2

enero, con la línea horaria de las 15 horas.

En la figura 2 representamos un reloj calculado y dibujado de esta forma. En él hemos calculado los ángulos acimutales de cada hora, a medianos de cada mes, y para simplificar, también hemos juntado los meses de dos en dos, ya que en el transcurso del año, los ángulos acimutales también son prácticamente simétricos.

En este ejemplo, hemos supuesto que estábamos a medianos de enero (o de noviembre), en que la declinación solar promedio de los dos meses es de unos -19°.

Si calculamos, con la fórmula nº 2, el ángulo acimutal que corresponde a las 15 horas del día supuesto, encontraremos que es de 44,12°.

Efectivamente, en este día y hora, podemos comprobar que mientras un extremo de la línea de difracción (de color verde en el dibujo), señala los 44,12° en la escala graduada de la parte del CD encarada al sur, el otro extremo coincide, en el círculo del citado mes de

Aprovechando el fenómeno óptico de la difracción de la luz y utilizando únicamente un CD normal, colocado en posición vertical, horizontal o ecuatorial, hemos demostrado que se podían construir tres tipos de relojes de sol diferentes, que funcionan sin gnomon, y que además podíamos medir las tres coordenadas astronómicas del sol: altura, acimut y ángulo horario.

Aunque el reducido tamaño del un CD quizás no permite mucha precisión en las lecturas, no por ello dejan de ser correctos, ni el razonamiento teórico, ni el cálculo matemático.

No terminan aquí las posibilidades de aplicación en la gnomónica, del fenómeno de la difracción, pero en todo caso, si los lectores de CARPE DIEM lo creen interesante, esto podría ser motivo de un posterior artículo.

RELOJES CON CALENDARIO

Por Joan Serra Busquets

Además de indicar las horas, los relojes de sol pueden indicar también la fecha. Cualquier fecha. Sin embargo, es tradicional, pero no obligatorio, dibujar las líneas correspondientes a la entrada del sol en los distintos signos del zodiaco.

No voy a explicar ahora como inscribir estas líneas en los distintos tipos de relojes sino que explicaré los conceptos básicos referidos a las posiciones solares en estos días y a su relación con un gnomon.

La Tierra mantiene una inclinación de 23° 27' con su eje apuntando siempre en la misma dirección a pesar de su movimiento de traslación. Esta circunstancia hace que el sol suba y baje aparentemente a lo largo del año.

Si consideramos un gnomon paralelo al eje del mundo, es decir, colocado de forma que mantenga con la horizontal un ángulo igual al de la Latitud del lugar, el sol girará alrededor de este gnomon del mismo modo que lo hace alrededor de la tierra.

El día de los equinoccios de primavera y otoño, aproximadamente los días 21 de Marzo y 23 de Septiembre, los rayos del sol incidirán perpendicularmente sobre el gnomon ya que el sol se encuentra sobre el ecuador y por tanto perpendicular al eje terrestre.

A partir del día de primavera el sol iniciará un camino ascendente hacia el norte hasta alcanzar el punto máximo de su recorrido el día 22 de Junio o solsticio de verano. Esta altura máxima es de 23° 27'. En este momento iniciará su recorrido descendente hasta llegar de nuevo al ecuador, el 23 de septiembre, para continuar descendiendo hacia el sur hasta alcanzar su punto más bajo el día 22 de diciembre o solsticio de invierno. Esta altura es también de -23° 27'.

Al hablar de punto más bajo o más alto nos referimos en el hemisferio norte ya que en el hemisferio sur el punto más alto se obtiene en invierno y el más bajo en verano.

A este recorrido solar arriba o abajo del ecuador se le llama declinación solar. Como se ha visto la declinación va desde los 23° 27' hasta los -23° 27' abarcando un arco de 46° 54'.

En su movimiento de traslación la Tierra va recorriendo la eclíptica y si pudiéramos ver detrás del sol veríamos que este recorre la banda del zodiaco a un ritmo de unos 30° por mes aproximadamente de modo que sobre los días 21-22 de cada mes entra en un signo distinto.

A continuación se expone la tabla que relaciona fecha de entrada en los signos con las declinaciones:

Declinaciones solares			
22-12	Capricornio	-23° 27'	
20-01	Acuario	-20° 10'	22-11 Sagitario
19-02	Piscis	-11° 20'	23-10 Escorpión
21-03	Aries	00° 00'	23-09 Libra
20-04	Tauro	11° 20'	23-08 Virgo
21-05	Géminis	20° 10'	23-07 Leo
21-06	Cáncer	23° 27'	

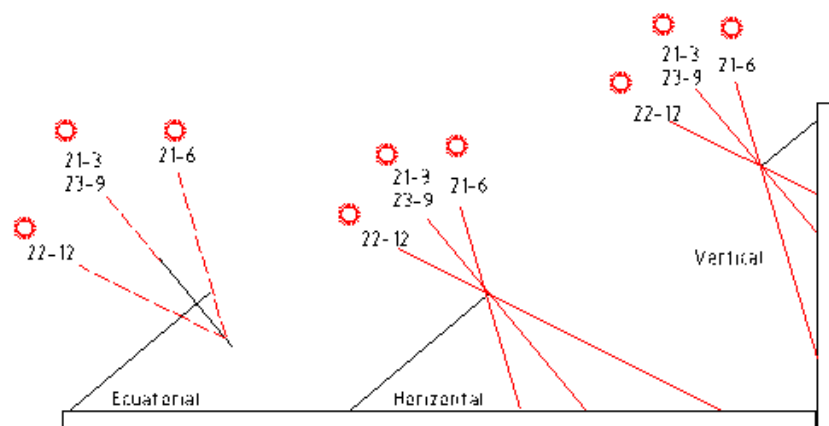
Estas fechas pueden variar de un año a otro en un día más o menos lo que, para nuestro propósito, no altera significativamente los resultados, por lo que podemos considerarlas válidas para cualquier año.

Hay que tener cuidado en no confundir declinación solar con altura solar. La altura solar es la altura del sol en un momento dado sobre el horizonte. La declinación solar es la altura del sol respecto del ecuador. La declinación es positiva si está por encima del ecuador y negativa si está por debajo y puede deducirse de la altura solar mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Dec} = \text{Altura} - \text{Colatitud}$$

$$\text{Colatitud} = 90^\circ - \text{latitud}$$

Una vez comprendido el mecanismo y el por qué de la declinación es fácil entender como se relaciona todo lo anterior con un reloj de sol de cualquier tipo. Partiendo de la premisa de que el gnomon está paralelo al eje terrestre el esquema de las proyecciones de sombra es el siguiente:



© Joan Serra Busquets

DESCRIPCIÓN DEL RELOJ ECUATORIAL CILÍNDRICO (2)

Por Joan Serra Busquets

En la edición del mes de Septiembre decíamos que el reloj ecuatorial podía ser plano y cilíndrico. Hoy vamos a describir el cálculo y diseño del reloj ecuatorial cilíndrico.

Fundamento y origen:

Si al reloj ecuatorial plano (Fig. 1) lo imaginamos la base de un cilindro podemos ver que este cilindro, cortado convenientemente por la zona de las horas no útiles, nos da una superficie interior donde poder dibujar las líneas horarias cuyo gnomon es el mismo eje del cilindro (Fig. 2).

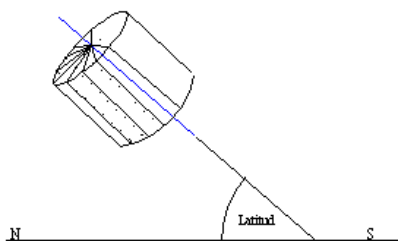


Figura 1

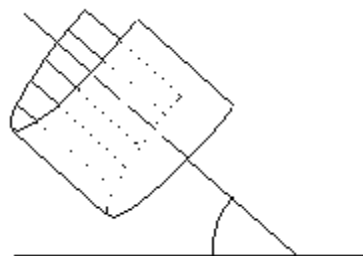


Figura 2

Las líneas horarias serán rectas y nacen del mismo punto de intersección de las líneas horarias del ecuatorial plano con la superficie interior del cilindro.

El modo de construcción de este tipo de relojes es siempre el mismo, sólo cambiará en función del radio del cilindro y su colocación, como en los ecuatoriales planos, tiene que ser de tal modo que, situados sobre la meridiana, el gnomon adopte un ángulo igual al de la latitud del lugar con lo que el cuerpo del cilindro, al ser perpendicular al gnomon, tendrá una inclinación igual a la colatitud.

El trazado de las líneas puede hacerse con facilidad desarrollando el cilindro de manera que obtenemos un rectángulo al que hay que dividir en 24 partes iguales. Naturalmente para nuestras latitudes no nos hacen falta las 24 horas por lo que podremos prescindir de las anteriores a las 4:30 de la mañana y de las posteriores a las 7:30 de la tarde.

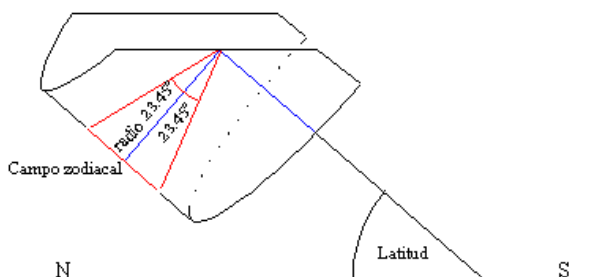
El desarrollo del cilindro se consigue aplicando la conocida fórmula: $L = 2 \pi r$. Una vez dividido en 24 partes si sólo se quieren las horas enteras, o en 48 si se quieren las medias, pueden eliminarse como se ha dicho anteriormente las horas no aprovechables.



Si se quieren inscribir las líneas zodiacales que en este caso serán siempre rectas perpendiculares a las líneas horarias rectas, deberá adoptarse en el gnomon un sistema mediante el cual pueda proyectar una sombra destacable desde el punto del gnomon que materialice el centro del cilindro. Este sistema puede ser el extremo del gnomon que coincida con el centro del cilindro o bien una pequeña bola adjunta o insertada, o una muesca que haga la misma función. (Se llama “nodo” a la pieza que se incorpora al gnomon para que sea utilizado como punto de sombra para indicar los campos zodiacales).

Para poder inscribir las líneas zodiacales hay que tener en cuenta que la altura del cilindro no tiene que ser menor que el campo zodiacal que viene determinado por el radio del cilindro. Para conocer exactamente la altura de este campo basta aplicar esta sencilla fórmula: $A = 2r \operatorname{tg} 23.45^\circ$

El resultado es el campo estricto de la faja zodiacal por lo que la altura total del cilindro dependerá de lo que el diseñador quiera inscribir en los márgenes.



Las demás líneas zodiacales pueden calcularse también mediante: $Lz = r \operatorname{tg} D$

Siendo Lz : Línea zodiacal, r : radio del cilindro y D declinación solar para los días de cambio de signo zodiacal.

Tabla de declinaciones solares

22-12	Capricornio	-23° 27'	23-11	Sagitario
22-01	Acuario	-20° 10'	23-10	Escorpión
19-02	Piscis	-11° 20'	23-09	Libra
21-03	Aries	00° 00'	23-08	Virgo
21-04	Tauro	11° 20'	23-07	Leo
21-05	Géminis	20° 10'		
22-06	Cáncer	23° 27'		

Dado que en los días de los equinoccios la línea equinoccial vendrá a ocupar el centro de la faja zodiacal y que por tanto, los dos campos así separados serán simétricos, es suficiente calcular unos y se obtienen los demás por simetría.

Para que a la salida y puesta del sol no se proyecte la sombra de un extremo sobre el otro puede cortarse el cilindro por un plano horizontal que pasa por el punto del gnomon elegido para señalar las líneas zodiacales. Como se ha dicho anteriormente este punto puede ser el mismo extremo del gnomon o un nodo adosado.

Nota:

A este reloj le llamamos “ecuatorial” porque el plano es paralelo al ecuador, sin embargo, en este caso particular podemos también considerarlo paralelo al polo ya que, el cuerpo del cilindro y el gnomon son paralelos, por lo que también podríamos llamarlo “polar”.

Ejemplos de relojes ecuatoriales cilíndricos



TIEMPO MEDIO EN LOS ANALEMÁTICOS

Por Joan Serra Busquets

Vemos, con demasiada frecuencia, bien en la realidad, bien en fotos de relojes en internet, como la gente se coloca equivocadamente en los relojes analemáticos que llevan incorporado el analema de tiempo medio. Y también en los relojes que, sin llevar el analema, tienen las fechas anotadas a cada lado de la meridiana.

Vemos también en ocasiones, que en las instrucciones para la lectura de la hora de dichos relojes se repite: “Colóquese sobre la fecha...” cosa que naturalmente hace el observador sin saber que lo que tendría que hacer en realidad es colocarse sobre la meridiana a la altura de la fecha.

En los relojes que llevan incorporado el analema de tiempo medio, si un observador se sitúa sobre el punto de la curva correspondiente al día de la consulta, la lectura será correcta sólo al mediodía solar. La lectura de cualquier otra hora será errónea cuyo grado de error variará según la fecha.

Para dar una idea de estos errores he realizado este estudio sobre los días de los solsticios. Naturalmente podría haberlo realizado de modo más exhaustivo, sin embargo no hubiera aportado nada nuevo a la conclusión final.

Los datos son los siguientes:

Coordenadas correspondientes al centro de Mallorca: Lat. 39° 37' N Lon. 2° 55' E

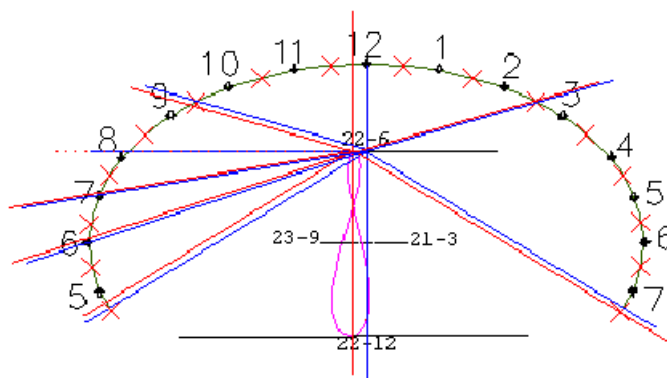
Reloj analemático con semieje mayor: 12 y semieje menor: 7.65

Una vez calculados los puntos de las horas y de las medias y trazada la elipse, dibujo un analema de tiempo medio sobre la línea horaria correspondiente a la longitud de 2° 55' que una vez hecho el cálculo resulta estar situada a 0.61 al oeste de la meridiana.

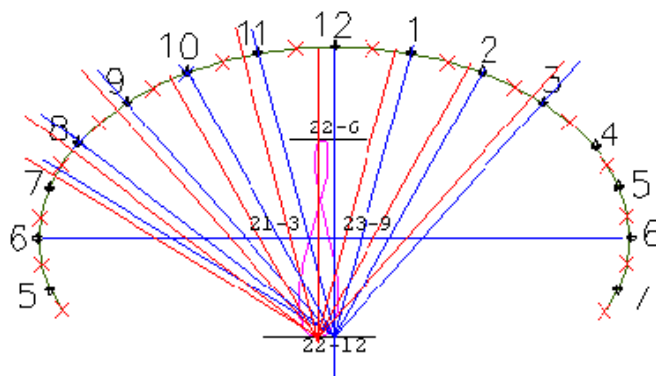
Para hacer las comprobaciones trazaré dos rectas paralelas para cada hora; una de color azul que representa la sombra de un observador situado sobre la meridiana a la altura de la fecha y, otra de color rojo que simula la sombra de un observador situado sobre la curva del analema en la misma fecha.

La línea azul se proyecta según el azimut correspondiente a la hora solar de aquel día y debe caer exactamente sobre el punto de la hora. La línea roja, al ser paralela a la azul, debería caer sobre el punto correspondiente a la hora de tiempo medio, para poder ser utilizada como tal. Veremos que no es así.

Puede verse en este ejemplo correspondiente al día 22 de Junio como a la hora de la salida del sol la sombra del observador situado sobre la meridiana representando el tiempo verdadero va atrasada respecto a la sombra del observador situado sobre la curva analemática representando el tiempo medio. Es evidente que debería ser al revés.

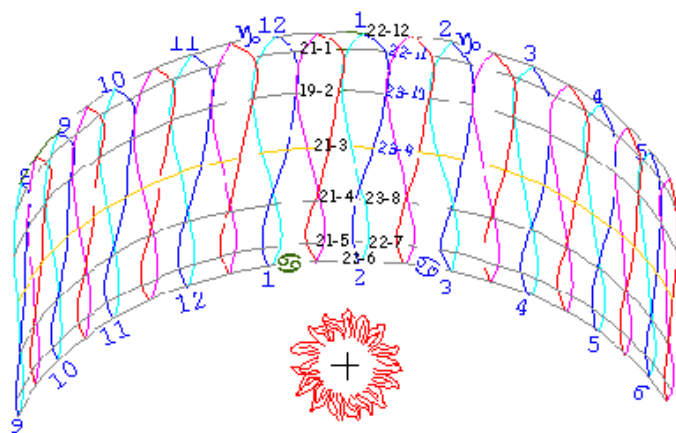


Entre el 23-9 y el 21-3 al no llegar el sol a los 90° y 270° no llegan a cruzarse e invertirse las posiciones de las sombras pero tampoco mantienen la distancia correspondiente a los minutos de corrección. Solo lo hacen al mediodía.



En los casos en que el analema está situado directamente sobre la meridiana para corregir solamente la ecuación del tiempo los errores se reducen significativamente, sin embargo, si se pretende exactitud y rigor matemático, sigue siendo incorrecto. Basta ver que, como en el caso descrito, desde la primavera al otoño la sombra de los dos observadores intercambiarán sus posiciones según vaya variando la posición del sol a lo largo del día y esto es inadmisibile porque la ecuación del tiempo cambiaría de signo cuatro veces en un mismo día.

este tipo de relojes que, curiosamente, a pesar de llamarse analemáticos no aceptan un analema, pero aún no se ha encontrado un método sencillo de construcción y de entendimiento.



dibujar un analema para cada línea horaria. En este tipo de reloj, si no quiere ponerse un gnomon fijo, el observador tiene que situarse siempre en el centro de la elipse y la intersección de su sombra con la línea de fecha dará la hora de tiempo medio directamente.

Trascripción del capítulo del manuscrito LA NOMONICA PRACTICA BALEAR de Jerónimo de Berard y Solá, titulado :

RELOJ DE CILINDRO O DE COLUMNA

1779

Con el fin de facilitar su lectura y comprensión se ha corregido y adaptado al lenguaje actual sin alterar su significado.

Breve reseña del autor

Nº 120 de la Biblioteca de escritores Baleares de J. Mª Bover (1868)

Jerónimo de Berard

Hijo de la ilustre familia de su nombre de esta ciudad en la que nació el 14-7-1742 hijo de Geronimo Boix de Berard y Cavallería y Dª Teresa de Solá y Magarola.

Era naturalmente inclinado a las artes liberales y ciencias exactas, como pintura, escultura, grabado, física y matemáticas.

Establecida ya la Sociedad Económica de amigos del país fue nombrado el 26-10-1778 individuo de mérito y director de la escuela de dibujo que se había erigido a instancia suya. Escribió:

- I. *Viaje por el interior de la isla de Mallorca*, con descripción minuciosa de cada pueblo, iglesia, etc.. y levantó los planos de los pueblos.
- II. *Tratado de gnomónica ó arte de hacer relojes solares*, 1t 4º Ms adornado con multitud de dibujos primorosamente hechos que existe el original en poder de nuestro amigo el Sr. Conrado.

Fue militar, capitán en 1770.

En 1775 fue nombrado académico de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando.

Murió en Palma el 28-6-1795



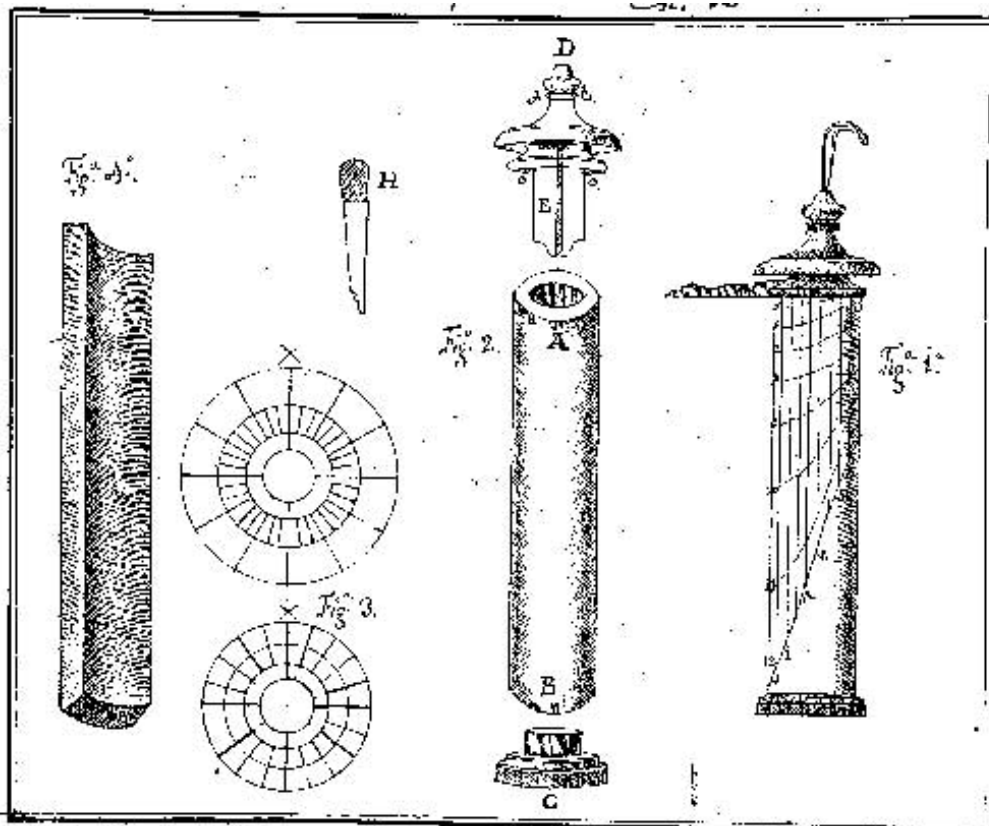
LA NOMONICA PRACTICA BALEAR

Regulado a la Altura de Polo de esta Isla de Mallorca, en donde, y por su propia diversión, y uso, lo escribía el Año de 1779. Dn. Jerónimo de Berard y Solá.

Reloj de cilindro o de columna.

El reloj de cilindro se puede hacer de plata, de marfil etc. pero regularmente suelen ser de madera, se componen de las piezas siguientes, primeramente de un cilindro bien igual desde arriba hasta abajo, con su basa, y remate arriba, con su nomon, y con un cordón de seda para tenerlo de la mano. Las líneas negras perpendiculares, representan el principio de los signos, las otras dos del intermedio son los grados de un signo a otro tomados de 10 en lo que juntos hacen los 30 días que van de un signo a otro. Las otras líneas curvas o espirales, son las que señalan las horas del día. El remate de arriba puede moverse alrededor del cilindro, aunque bien ajustadamente, donde representa el horizonte.

Para el modo de construirlo véase la figura 2 en la misma lamina, y como todo el acierto consiste en que suspendido por el cordón caiga bien a plomo, que es algo dificultoso, no será extraño dar las reglas, y método, que yo mismo he practicado con acierto.



Primeramente, hago hacer en un pedazo de madera de box de 3 pulgadas- 3 líneas de largo, un agujero con un barreno, que pase por largo de parte a parte, este agujero tiene cosa de cinco líneas de diámetro, luego con un palo cilíndrico algo más delgado forrado de la piel de escate, pegada con cola, voy fregando el interior, hasta quedar el agujero bien igual de arriba abajo, de modo que haciendo una pieza de madera al torno que se ajuste bien en él, y algo más larga y mas gruesa a un cabo para la cuerda del arco, se pone todo al torno, y se trabaja la columna, o cilindro, hasta dejarla bien igual desde arriba **A.** hasta abajo **B.**, y del grueso de un poco mas de ocho líneas. Después se tornea el pié **C.** y se ajustará bien a la columnita pegado con cola, el remate **-D.** se trabajará con toda precaución igualmente al torno, haciendo el punto en **-D.** por lo que diré después, y el espigón **-E.** se hará mas largo lo que baste para que corra la guarda del torno, y después de bien ajustado dentro del agujero del cilindro **A.** de modo que venga mas apretado arriba que en el extremo bajo del espigón, se cortará al mismo torno algo más corto que el nomon, cuya medida se dirá luego y a su lugar.

Hecho esto se hará con el trepan al torno un agujero en el punto que quedo del torno en **-D.** capaz de pasar un cordón de seda en doble, que legue asta **- F,** en donde á dos lados opuestos se harán dos agujeros que vayan a unirse con el principal, para sacar por ellos uno y otro cabo del cordón, y se ase un nudo a cada uno para que no escapa, quedando en la conformidad que se ve en la figura **-1ª.**

Fig.^a 3. La Fig.^a tercera nos da un medio bien fácil para dividir en el horizonte- **A** del cilindro las líneas perpendiculares, y también para la muesca o cortadura **- E** del espigón, y para los puntos **- O.O** donde se hace un agujero para el perno o eje del nomon que todo debe estar bien en ángulo recto.

Bien se ve que esta figura es un círculo sobre un cartón o un naípe, dividido en seis partes, y un espacio más, y cada una de estas partes en tres, en el centro tiene otro círculo del diámetro igual al grueso del espigón **-E,** y este pequeño círculo estará dividido en cuatro partes iguales, y se cortará bien igual todo el hueco o espacio interior,

Hecho esto se pasará por el espigón hasta arriba a modo de una golilla, y por las cuatro divisiones últimas se señalará cuatro puntos en el espigón, de que, dos servirán para el corte **E,** y los otros dos para el agujero, para el nomon, como explicaré luego.

Sin mover el cartón del remate **-D** con las divisiones o rayas hacia abajo, se ajustará el espigón dentro del cilindro hasta que entre uno y otro quede el cartón bien apretado, y de esta suerte las mismas divisiones del cartón se pueden señalar con puntos en la parte **- A** de la columnita con mucha exactitud, lo que sería muy difícil de conseguir sólo con el compás. Estas seis divisiones corresponden a los seis signos de medio año, las tres divisiones de los intermedios señalan de diez en diez los treinta grados o días que van de un signo a otro, y el espacio solo, sirve para describir las cifras o números de las horas.

El otro cartón **- G** solo varía en ser dividido en doce parte iguales, para los cilindros en que se describe todos los signos, o meses del año, solo para mayor curiosidad, que para el uso bastan seis, y se pasan dos veces al año.

Fig.^o 4. Para tirar desde los puntos señalados en la columnita o cilindro, las líneas perpendiculares que señalan los signos, y los días intermedios, se procurará tener una media caña de madera sólida, con los perfiles o cantos bien tirados, e iguales, y que se ajuste sobre el cilindro **- A,** y entonces es fácil de comprender que por uno de estos perfiles, de cada uno de los puntos señalados en **- A** se pueden tirar líneas perpendiculares como se ve en la Fig.^a 1ª. Estas perpendiculares se señalarán sólo con un punzón, o punta de compás, no con tinta ni lápiz hasta después como explicaré luego.

Con este mismo artificio de la media caña se puede tirar la perpendicular **-E** del espigón, y abrirla después con una sierra igual de grueso al del nomon **-H** el que puesto con un perno en el agujero **- O.O** podrá bajar perpendicularmente, y encerrarse en la columnita cuando no sirve.

El nomon se hace de plancha de latón, o de plata, su medida se dirá luego en la estampa siguiente, en que se comprenderá aun más lo referido.

El remate, y el pié lo hice de otra madera de color oscuro, pero algunos hacen el pié de la misma pieza del cilindro y no pasan el agujero hasta abajo, sino lo que es menester para guardar el nomon, pero no es tan seguro este modo.

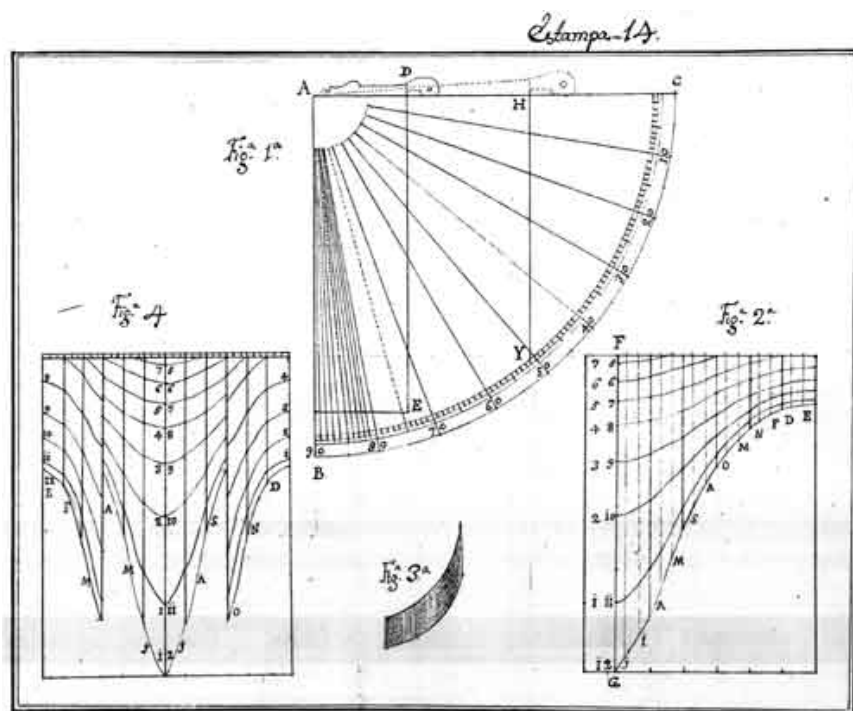


Fig. 1ª. Para señalar la distancia de las sombras, o las líneas curvas, por donde se conocen las horas, en las perpendiculares ya tiradas, se describe sobre un cartón, o un papel grueso y fino, una cuarta de círculo, (que es mejor cuando más grande se hace) esta se divide en 90 grados tirando después desde el centro – **A** líneas rectas a cada una de estas divisiones, o grados, estas para excusar la confusión las hago de color encarnado, sólo las décimas, negras, y las medias decenas de punticos. En esta figura no están tiradas mas de diez, para no alterar las otras demostraciones necesarias.

Tómese con el compás lo largo del cilindro desde –**A**, hasta cerca de **B**. Fig.ª 2, lam. antecedente, y ajústese esta misma distancia sobre la línea de los –70, y cuatro grados hasta la superficie o basa **A,C** y tirese una línea como se ve en –**D,E**, y paralela a la –**A,B** esta línea si la columnita es mas larga, se busca mas hacia **C**, y si mas pequeña hacia –**A** pero siempre a de tocar un cabo a la línea – **AC** como se ve en – **D**, y el otro en la línea de los 74 grad. que es lo más a que se extiende la sombra del nomon, y sube el sol a, 20 o veinte y dos de Junio a Mallorca. también debe ser precisamente paralela a la perpendicular **A,B** y sirve de escala para tomar todas las demás distancias necesarias.

Fig.ª 2ª. Para mayor acierto, y tener el trabajo hecho para muchas columnitas que sean de la misma medida será bueno hacer el plan sobre un papel o cartón, esta Fig.ª 2 nos manifiesta un reloj con solo seis meses o signos en que se vuelve atrás corriendo después los mismos para el otro medio año al espacio que queda se señalan las horas al cabo de las líneas transversales correspondientes a dos horas una de la mañana otra de la tarde menos la de las doce en que la sombra retrocede y vuelve a correr hacia arriba.

Para hallar y señalar en las perpendiculares que señalan los signo, no en las intermedias que no es necesario, los puntos horarios por donde deben pasar las líneas curvas transversales es necesario acudir y tener presente la tabla segunda Pág.ª 92 de la altura del Sol y comenzar por el trópico de – ☉. que da para las doce, o bajo de las – 12 el núm. – 74 y sirva la línea –**F,G** cuya medida hemos buscado en la cuarta de círculo en –**D,E** y en donde hemos de buscar los demás grados y distancias siguientes. Véase en la misma tabla siempre, bajo de las – 11 y la 1 y se hallará el núm. de –69, grad. 34 m. y tómese la distancia con el compás desde el punto **D**, donde empieza la línea dicha hacia bajo hasta donde la corta la que va desde el punto **A** hasta los –69 tomando a discreción algo mas hacia bajo por lo que se considere corresponde a 35 min. que son cinco minutos más que medio grado. Y esta misma distancia con el mismo compás se trasladará al cilindro o la figura 2 sobre la línea mencionada – **F, G**. empezando desde **F**, hacia bajo, y se hará un punto en donde llegará con el mismo pie del compás y ese será el de las once, y la una de la tarde. Para las –10, y las –2, véase en la tabla que en la columna que les corresponde e igual al trópico que seguimos los números de –60 grad. 3m. y búsquense como hemos hecho en la **D,E** comenzando siempre arriba, y la distancia que fuera trasládese desde –**F**, hacia bajo por la misma línea –**F.G** y continúese del mismo modo hasta haberla concluida con las –5 y las 7 que son hasta donde señala en el mes de Junio propio de este signo o en que entra.

Segunda=
Tabla de la Altura del Sol para Mallorca y sus vecindades.

		Altura de Polo. 39. grados 30. minutos.																
Horas del día		12.	i.	ii.	2.	10.	3.	9.	4.	8.	5.	7.	6.	6.	7.	5.		
	 Cancer	74.	o	69.	35.	6o.	3.	48.	56.	37.	24.	25.	54.	14.	42.	4.	3.	
Geminis	Leon	7o.	42.	66.	48.	57.	52.	47.	2.	35.	34.	24.	i.	12.	41.	i.	15.	
Taurus	virgo.	62.	o	59.	o.	51.	25.	41.	25.	3o.	13.	18.	49.	7.	17.	o	o	
Aries	libra.	5o.	3o.	48.	11.	41.	56.	33.	4.	22.	42.	11.	31.	o	o	o	o	
Pis.	Escorpion	39.	o	37.	7.	31.	52.	24.	4.	14.	33.	3.	57.	o	o	o	o	
Aquario	Sagitario	3o	18.	28.	41.	24.	3.	17.	o	8.	11.	o	o	o	o	o	o	
Capricor.		27.	o	25.	28.	21.	3.	14.	17.	5.	45.	o	o	o	o	o	o	

Acabada esta perpendicular se pasará en la misma tabla a recorrer los números de grados que trae enfrente del signo de Geminis, y León. bajo de cada una de las horas que están arriba, y con el mismo orden, y método se buscaran los grados y minutos sobre la -D,E y se trasladaran cada una de por si, sobre la perpendicular que se sigue a la primera de la Fig.^a 2 correspondiente al signo comenzando siempre desde arriba, hacia bajo.

De este mismo modo siguiendo la tabla se harán los puntos horarios en todas las perpendiculares y concluidos se tirarán por ellos las líneas curvas.

Las líneas perpendiculares no se llegarán mas abajo de la última curva, bajo de cada perpendicular se escribirá los caracteres de los signos correspondientes a cada una, esto es bajo de la primera que se ha dividido que es la -F G se pondrá el trópico de cáncer - ☊. y en los siguientes se pondrán conforme se siguen en la tabla bajando desde el mencionado signo o trópico.

Regularmente se dejan de poner los caracteres de los signos porque muchos que no son de esta facultad no lo comprenden, y para mas claridad se escriben unas letras que denotan los meses, y se ponen de esta suerte. En la primera línea intermedia después de la - F G, se describe la primera letra de Julio que es una -J y quiere decir que allí empieza el mes de Julio, porque como la -F G corresponde a veinte de junio es claro que diez días después empieza el mes de Julio, y como las intermedia corresponden a diez días cada una se ve que la letra que denota el mes de Julio debe estar a la primer intermedia después del trópico de - ☊. que es la -F G; la otra letra que denota el mes de agosto que es el que sigue y es la letra A se describirá también bajo la primera línea intermedia después del otro signo que sigue después del trópico referido, y continuar así hasta la última, que entonces se vuelve atrás colocando el mes de diciembre en la intermedia anterior al penúltimo signo, y así de los demás siempre bajando, y se hallará que sólo las dos intermedias de entre las que denotan los signos, tienen letras, y corresponden al principio de los meses, unas denotan los meses en que la sombra sube, y las otras cuando la sombra baja, por lo que será bueno sean unas negras, y las otras de algún color como también las líneas perpendiculares, dejando las de los signos solo señaladas con el punzón.

Fig.^a 3. Para abrir, o gravar las líneas transversales curvas, en la columnita algunos se sirven de un cuchillo de buena hoja y gruesa, pero a mí me va mejor con un pedacito de hoja delgada de latón, que lo voy doblando asta acomodarlo sobre los puntitos donde debo tirar la curva y me sirve de regla, y guía para gravarla con el punzón.

Del Nomon

La distancia que hay desde -A, asta el punto -D, es la justa salida que debe tener el nomon o veleta, desde la punta de él, hasta la superficie exterior del cilindro, después tendrá más todo lo que es menester para que llegue al centro interior del espigón

La superficie o perfil bajo del nomon debe estar exactamente a escuadra con la superficie del cilindro, como está en las líneas -A D E, pero el perfil superior puede ser recortado como remate en punta, véase en las estampas -13 y 14 en las figuras 1^{as}.

Cuando se quiere saber la hora debe sentar el punto D, Fig. 1^a est^a 14: sobre la perpendicular que corresponde al día del mes que entonces corre, y por esto puede el remate dar vueltas con el nomon sobre el horizonte, que es como se ha dicho la superficie de arriba del cilindro.

Fig. 4ª. La cuarta figura es el plano de un cilindro en que están todos los doce meses, o signos divididos cada uno de por sí, solo difiere en que los signos de los Equinoccios se muda de pitipie en la cuarta graduada Fig. 1ª. y se toma mas hacia -C lo que se quiere, como se ve en la -H Y. y se muda de nomon desde el día 20 de Septiembre asta el 20 de marzo, la medida de este segundo ya se ve que debe ser desde -A hasta H. las líneas intermedias a los signos sólo se señalan arriba, y sólo se alargan las de los signos, o las de los meses. Para las horas no se deja espacio como en el otro, se graban los números que les corresponden bajo de las curvas en la perpendicular del trópico de - ☉. y también en el de ♎.

Finalmente se debe prevenir que cuando se mira la hora se vuelva hacia el sol, que la sombra del nomon caiga bien perpendicular, y la extremidad de ella dará la hora que es, por las curvas sobre la perpendicular correspondiente al día del mes que corre entonces. Suspendiendo el cilindro con dos dedos por el cordón de arriba, y se procurara que el cilindro caiga bien a plomo, que por esto he explicado el modo de labrarlo al torno, y sin esta circunstancia no señalará todos los meses con exactitud.

Para gravar las letras, y números en el cilindro, sea de bog, o fuere de metal, tengo unos modelos de acero que trabajan los alemanes que de un golpe de partillo a cada una quedan gravadas, y sin esto se abren con un buril.

La tinta para señalar de negro debe ser de la china porque admite el borrar lo que se errare, y no se cala como la de escribir regular.

Tabla prim.^a de la altura del Sol.
página.

Esta tabla ya explicada en la Pág. dicha puede servir para cilindros muy grandes, y también para otros relojes portátiles de distintos modos como hallará el curioso en el P. Tosca y otros.

Este que acabo de explicar es el más regular, el que más pronto se arma y el mas inteligible, por eso me he detenido en su explicación.

Los defectos que hallan a estos relojes cilíndricos son el no distinguirse cerca del medio día si pasa o si falta, porque la sombra por la mañana va bajando asta las -12 y después sube por las mismas distancias o grados y el de no estar firme cuando hace aire, pero los demás aun tienen mayores inconvenientes./

*Tabla primera de la altura del Sol para Mallorca y sus
vecindades; Altura de Polo. - 39. grados, 30. minutos. ∞.*

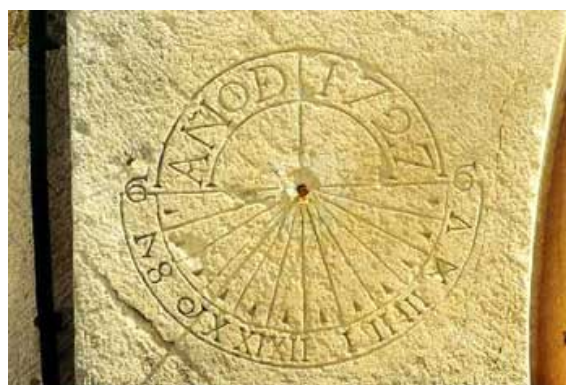
Horas.	i 2	ii. i	io. 2	3	8. 4	7 5	6. 6	5. 7
	G. m.	G. m.	G. m.	G. m.	G. m.	G. m.	G. m.	G. m.
Tropico ☉	74. 0	69 35	60 5	48 56	37 24	25 54	14 42	4 3
10 ☉ 20	73 37	69 16	59 48	48 43	37 12	25 41	14 45	3 47
20 ☉ 10	72 30	68 20	59 5	48 5	36 35	25 3	13 47	3 2
0 ☉ 0	70 42	66 48	57 52	47 2	35 34	24 1	12 41	1 15
10 ☉ 20 ☉	68 17	64 41	56 9	45 33	34 10	22 36	11 12	0 14
20 ☉ 10 ☉	65. 21	62 4	54 0	43 40	32 24	20 51	9 23	
0 ☉ 0 ☉	62 0	59 0	51 25	41 25	30 19	18 49	7 17	
10 ☉. 20 ☉	58 20	55 36	48 29	38 51	27 58	16 32	4 58	
20 ☉ 10 ☉	54 28	51. 57	45 17	36 2	25 24	14 5	2 31	
0 ☉ 0 ☉	50 30	48. 11	41 56	33 4	22 42	11 31	0 0	
10 ☉. 20 ☉	46 32	44. 23	38 31	30 1	19 56	8 56		
20 ☉ 10 ☉	42 40	40. 40	35 7	26 59	17 11	6 23		
0 ☉ 0 ☉	39 0	37 7	31 52	24 4	14 33	3 57		
10 ☉. 20 ☉	35 39	33 53	28 52	21 22	12 7	1 43		
20 ☉ 10 ☉	32 43	31 43	26 14	18 59	9 58	0 0		
0 ☉ 0 ☉	30. 18	28 41	24 3	17 0	8. 11			
10 ☉. 20 ☉	28. 30	26 55	22 25	15 31	6 52			
20 ☉. 10 ☉	27 23	25 50	21 14	14 36	6 2			
Tropico - ☉	27. 0	25 28	21 3	14 17	5 45			

CUENCA GNOMÓNICA (2)

Por Joan Olivares

El segundo día partimos hacia el oeste, por la carretera de Madrid. A pocos kilómetros de Cuenca nos desviamos a la izquierda por una vía secundaria en dirección a Cólliga. Pronto cambió el paisaje y nos vimos envueltos de bosques de pinos y encinas.

Según Valdés, Villanueva de los Escuderos se encuentra cerca de un antiguo poblado ibérico donde procede un sillar que forma parte del muro de la iglesia, que podríamos datar a comienzos del XIII aunque con numerosas intervenciones posteriores. El templo se encuentra en un recinto, cerrado por un muro, que también alberga el cementerio local. Se accede al conjunto a través de una puerta de arco semicircular y tras subir una pequeña cuesta con escalones. Su belleza no alcanza la del templo de Arcas, pero una vez dentro, nos embarga aquella misma sensación de haber atravesado la barrera del tiempo. Pronto avistamos sobre uno de los sillares de la portada de la iglesia el reloj que nos anunciaba nuestra guía. Se trata de un ejemplar circular de diseño exquisito y en excelente estado de conservación. En el semicírculo superior se puede leer «AÑO DE 1727», y en el inferior encontramos las líneas horarias y una artística representación de las cifras. Las 6, 7 y 8, són arábigas; y también el 9 y el 4, pero éstas al revés, como vistas en un espejo. Las restantes cifras son romanas. También se señalan las medias horas con pequeños triángulos isósceles con su ángulo más agudo señalando al centro. Si bien la fecha y la numeración horaria son impropias de un reloj de misa, se trata, como en casos anteriores, de un ejemplar de ángulos iguales y gnomon horizontal.



En la parroquia actual de Abia de la Obispalia, antigua ermita, solo localizamos uno de los dos relojes que nos indicaba la guía. La iglesia antigua se encuentra en lo alto de una colina a la que se accede por una empinada cuesta. Hoy ha quedado relegada a parte del cementerio local. En su interior, cerca de la base de una de las puertas se distinguen claramente los trazos de un antiguo reloj de misa sobre una piedra evidentemente reutilizada, tanto por su ubicación como por su orientación.



En la parroquia de Naharros nos llamó la atención la gran cantidad de símbolos grabados en los muros. No tardamos en reconocer el pequeño reloj que nos marcaba nuestra guía. La iglesia se encuentra restaurada y es el orgullo de sus habitantes, uno de los cuales se ofreció espontáneamente a explicarnos sus características y historia.



Dejamos atrás la sierra y volvimos a encontrarnos con las llanuras verdes y doradas, con las motas singulares de las encinas y con los horizontes sin sosiego.

Tras un buen tramo de camino polvoriento, llegamos a Torrebuçeit. A pesar de que no estaba en nuestra guía, se nos impuso una breve visita. Cerca del mediodía, a los pies de su desmedido castillo, una inmensa sensación de soledad nos sobrecogía, o quizá no era una sensación, sino un hecho irrefutable. Estábamos absolutamente solos.



Unos kilómetros más de polvorientas vías y llegábamos a Villarejo de Peristeban. Unos tractores a la entrada y unos viejos sentados en un banco del parque, nos rescataron del desamparo. En su sencilla iglesia, fotografiamos dos relojes situados en la parte derecha de la fachada. Junto a la portada, nos pareció ver un tercer reloj, no catalogado, con los radios hacia arriba. Sin duda, necesitábamos reponer energías.



Tras la comida retomamos el camino rumbo a Villarejo Seco. La misma carretera nos llevó al centro de Poveda, nos detuvimos junto a su iglesia y buscamos infructuosamente en sus paredes. Al levantar la vista, encontramos junto a la azotea, un reloj de gnomon orientado.



Aunque nos parecía imposible, los caminos todavía podían ser más estrechos. El de entrada a Villarejo Seco es poco más que una senda. Su iglesia, adusta como la mayoría, nos reservaba una exigua muestra de lo que pudiera haber sido un reloj de misa junto a la portada. Sobre el tejado de un cuerpo de edificio añadido a la nave principal, descubrimos un reloj de horas iguales y gnomon orientado de 1766. Algún artista local se había permitido pintarlo de verde y rojo con resultado bochornoso.



La iglesia de Barbalímpia apenas conserva una parte de su construcción románica original. Una de las piedras de su tosca portada presenta los trazos de un antiguo reloj de misa que nos anunciaba nuestra guía. En la parte izquierda de la fachada, bajo una ventana pudimos ver un segundo reloj que no menciona Valdés.



De regreso a la Capital, decidimos visitar Villar de Olella, sino otro ánimo que admirar la monumental iglesia que se avista desde la carretera. Se trataba de la parroquia de la Natividad, en cuyos muros descubrimos un reloj circular que parece de ángulos iguales y gnomon horizontal, situado a una altura inusual. Consta de cuatro círculos concéntricos que generan cuatro ámulos. En el exterior se representan las cifras horarias, en el segundo las líneas de las horas y en el tercero las de las medias horas. Debajo se puede leer “AÑO 1762”



El tercer día, de regreso a Valencia, habíamos previsto pasar revista a los dos lugares que nos faltaban para completar nuestra visita gnomónica a la provincia de Cuenca: Alarcón y Castillejo de Iniesta. Emprendimos el camino por la mañana en dirección a la Almarcha, pero al llegar al cruce de Mota de Altarejos decidimos desviarnos de la ruta prevista.

Mota es una aldea prácticamente deshabitada; apenas un coche aparcado, que obstruía todo el ancho de su calle principal, y unos perros sueltos indicaban que alguna de sus escasas viviendas pudiera estar habitada. En la fachada de su modesta iglesia, encontramos un reloj de ángulos iguales limitado por un recinto rectangular. Aparentemente no presentaba ningún signo ni cifra, aunque un segundo rectángulo apenas visible, que enmarca el primero, limita un espacio que en algún tiempo pudiera haber contenido unas cifras horarias. En el mismo sillar donde se grabó el reloj, pero en la cara que mira al oeste, se puede leer 1572. Ignoramos si la fecha corresponde al reloj, en cuyo caso nos encontraríamos ante un ejemplar más antiguo que el de Ribagorda.

Desde la lejanía, la iglesia de Fresneda de Altarejos ofrece una magnífica impresión, pero en sus muros no avistamos ningún tipo de reloj solar. Seguimos, pues, nuestro camino hacia Altarejos, donde nos encontramos con un elaborado ejemplar de reloj de misa no señalado en nuestra guía. Se trata de un modelo circular ubicado a una altura inusual, lejos del alcance de la mano, posee un gnomon delgado y retorcido, sujeto en un agujero de mayor diámetro con masa de mortero. Nos llamó la atención que no se representen las horas *prima* y *undécima* (hablamos de las horas temporarias), y aun más, que no haya espacio suficiente para su localización. Sin embargo, repasando los anteriores relojes, observamos que ocurre algo semejante en los de Arcas y de Villaseca.

Se trata, además, del único ejemplar entre los que encontramos que ostenta las marcas de los cuartos de hora, además de las de las medias horas. Todas ellas tienen forma de flecha que señala el centro. Las de las medias horas de una longitud poco menos que el doble de las de los cuartos.

Dos sillares por debajo del que ostenta el reloj, hay una elegante inscripción con signos religiosos y una fecha completa: 10 de septiembre de 1606.



De vuelta a nuestra ruta inicial, llegamos a la Almarcha, en la recia iglesia que domina el pueblo desde un cerro, pudimos ver un rústico reloj de forma rectangular y de gnomon orientado. A pesar de encontrarse bastante deteriorado, todavía se pueden ver todas las líneas horarias y incluso se pueden leer algunas de sus cifras horarias. Entre ellas cabe destacar un cinco invertido –como visto en un espejo– que no es el primitivo cinco de algunos relojes anteriores al s. XVIII.



A pesar del cansancio y de lo intempestivo de la hora, nos asombró enormemente Alarcón. En medio de aquel paisaje agreste, sus torres, murallas e iglesias parecen surgidas como por ensalmo. Después de atravesar sus numerosas puertas, deambulamos por sus calles solitarias en busca de la iglesia de Santo Domingo de Silos, «una de las cuatro parroquias que existían en el siglo XIII», según Valdés. En su puerta románica, esperábamos encontrar tres relojes de misa. Cual no sería nuestra sorpresa, cuando descubrimos seis. Tres de ellos, en la parte derecha de la portada, correspondientes a los tres previstos, son relojes simples de trazos radiales y sin ningún borde circular. Dos de ellos tienen tres líneas, el tercero, tiene seis asimétricamente distribuidas. En el lado izquierdo de la portada vimos otros tres. Dos de ellos circulares con las trazas, los círculos y los radios horarios apenas arañados sobre la piedra. Uno de ellos contiene las marcas de las veinticuatro horas del día, caso único entre los de Cuenca, aunque

Valdés describe varios de éstos en otras provincias. El segundo de los circulares, presenta las marcas horarias de la hora tercia, la sexta y la nona. El tercer reloj de la parte derecha solo tiene tres marcas horarias.

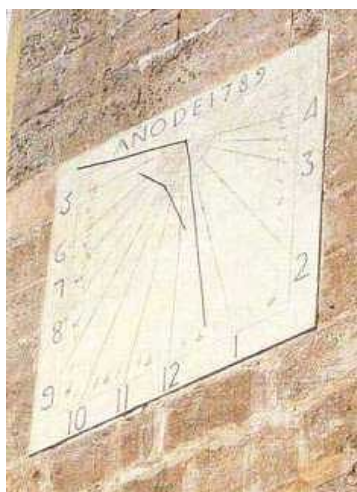


En Castillejo de Iniesta, en una casa particular vimos nuestro último reloj de sol. No se trata, evidentemente de un ejemplar de misa, pero sí de ángulos iguales y gnomon horizontal. Descansa sobre un conjunto de piedra que luce un escudo nobiliario y donde se señala la fecha de 1798, aunque no parece claro que el reloj forme parte de él. Por su forma, un tanto antropomórfica, recuerda los relojes de piedra de la cornisa cantábrica. Contiene la numeración horaria arábica completa, y entre las cifras cabe destacar de nuevo el cinco, esta vez en la antigua y clásica forma invertida.



FOTO COMENTADA
RELOJ DE CHINCHILLA CON DOS ESTILOS

Curioso reloj cuya foto nos envía nuestro amigo Carlos M^a Sánchez desde Albacete.



Situado en la Iglesia de Santa María de El Salvador en Chinchilla de Monte Aragón, a 13 km. de Albacete capital. Este bello pueblo con un complejo trazado urbano con calles estrechas y empinadas proporciona una evocadora estampa medieval conservada hasta hoy.

Recorriendo sus calles y plazas en busca de signos gnomónicos, Carlos ha encontrado, además de otros, este poco usual reloj con dos gnomones: uno polar y otro horizontal colocado sobre la subestilar que a primera vista induce a plantear varias preguntas:

¿Porqué se colocó este gnomon?

¿Cuál era su función?

¿Fue un olvido del gnomonista?, ¿Un error?

¿Es el resto de un pie de apoyo para el gnomon polar?

¿Se utilizó por algún motivo para restaurar el reloj y se quedó allí?

Obviamente sería difícil encontrar la respuesta verdadera ya que lo único que podíamos hacer era formular hipótesis.

A partir de aquí empecé a desarrollar varias hipótesis que pudieran explicar tan misterioso asunto. He de confesar que creí haber encontrado la solución después de varias elucubraciones enrevesadas pero verosímiles. Afortunadamente, antes de publicarlo en esta edición, se me ocurrió comentar el caso con mi amigo Antonio Cañones quien echó sin contemplaciones todo mi gozo en un pozo. Por casualidad el también tenía fotografiado el reloj desde otra perspectiva. En esta foto suya puede apreciarse claramente como el supuesto gnomon horizontal no es otra cosa que el pie de apoyo para alojar al gnomon polar que fue levantado de su sitio seguramente durante la reforma. Obsérvese el extremo en forma de "U".



El hecho de levantar el gnomon de su apoyo altera la indicación de la hora, quizás por eso, los segadores de Chinchilla dejaron reflejado en estas coplillas:

*“Ya se está poniendo el sol.
Ya se debería haber puesto.
Para el jornal que ganamos
no es menester tanto tiempo”.*

Moraleja: No analices las cosas desde una sola perspectiva.

© Juan Serra Busquets 2002

Hemos encontrado en internet en una página para melómanos un trabajo titulado: **La música en tiempos de Velázquez** por Andrés de Tarazona. En él, el autor explica varios cuadros de Velázquez relacionados con la música. Referente al cuadro que reproducimos aquí titulado “Los tres músicos”, dice:



*“Un cuadro juvenil, "Los tres músicos", nos presenta una escena de taberna, o una venta, donde tres personas, dos adultos y un niño guitarrista, tañen y cantan. De los dos hombres, uno de ellos parece cantar o entonar para que otro afine un violín barroco. Son tres tipos muy españoles. En primer plano, sobre una mesa, pan, queso, vaso de vino, y cuchillo clavado (**reloj de sol**), nos recuerda el veloz paso del tiempo y de la vida, incitándonos al horaciano "**carpe diem**". El niño guitarrista no toca sino que sostiene en su mano izquierda otro vaso de vino. El cuadro se encuentra en Berlín (Gemäldegalerie)”.*

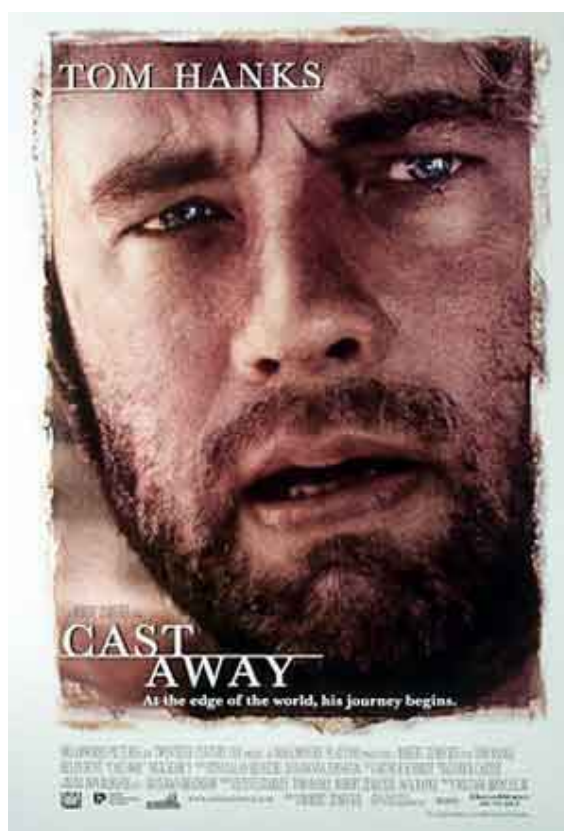
Sólo puedo felicitar al Sr. Tarazona por su imaginación gnomónica.

© Joan Serra, 2002

UN CALENDARIO DE “CINE”

En la película “Náufrago” protagonizada por Tom Hanks se cuenta la vivencia de un náufrago que sobrevivió, tras un accidente aéreo, durante cuatro años en una isla desierta situada a unas 600 millas al sur de las islas Cook, en el océano Pacífico. Calculando groseramente podríamos situar la isla alrededor de la Latitud 30° Sur.

Tom Hanks sobrevive como un moderno Robinson Crusoe pasando por las fases de conseguir fuego, comida, agua y refugio como cualquier náufrago que se precie. Era un empresario activo, obsesionado por el tiempo, por el control del tiempo, sobre cuyo concepto se asentaba la filosofía de la empresa que dirigía dedicada al reparto de mensajería y paquetería.



Su necesidad de controlar el tiempo junto con un punto de luz, proyectado por un pequeño agujero en el techo de la cueva que le cobija, le llevan a dibujar en la pared un analema que le sirve de calendario.

Como ocurre en todas las películas, a poco que nos interese o entendamos de un tema determinado, encontramos fallos que denotan la ausencia total o poca información que los documentalistas aportan al guionista o director.

En este caso concreto podemos ver que el analema tiene el reparto de los meses mal distribuidos tal como demuestran las figuras donde se ve como sale en la película (Fig. 1) y como debería ser un analema en el hemisferio sur (2).

En realidad, en la película, el tramo inferior del analema está dibujado en el suelo, siguiendo el resto del dibujo en la pared de modo que hay un tramo horizontal y otro vertical pero que yo, debido a una escasa habilidad para el dibujo, la he representado en una sola posición. De todos modos esto no afecta al resultado.

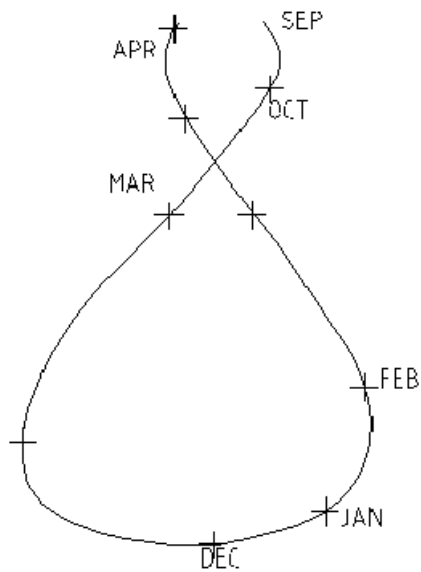


Figura 1

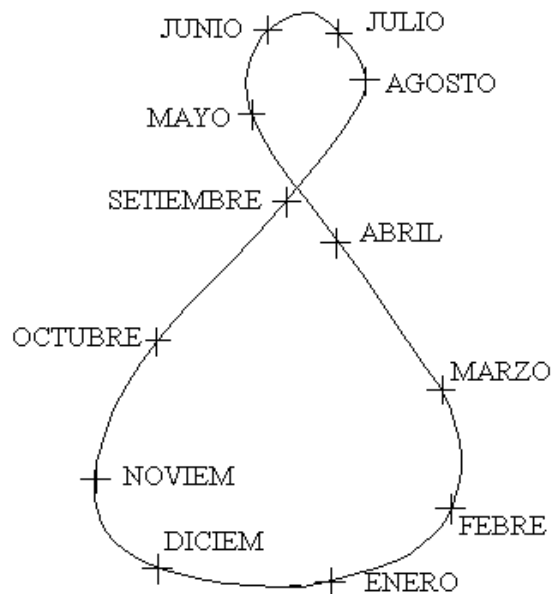


Figura 2

Sin embargo, estos pequeños fallos pueden ser pasados por alto atribuibles también a un error. Pero, lo que no es de recibo, y que los gnomonistas no pasarán por alto, es el hecho de que para construir un analema se necesita a la fuerza un reloj mecánico puesto en hora. Reloj del que, desgraciadamente carece, ya que el reloj de bolsillo que le había regalado su novia justo antes de subir al avión, se había parado al sufrir el accidente.

Dadas las circunstancias, si quería construir un calendario, la única opción era señalarlo sobre una meridiana.

Todavía podemos hacer una observación más. Como se puede ver en otra escena y con su interés natural por controlar el tiempo señala en una roca los días que van transcurriendo de modo que al final sabe perfectamente que ha estado 1500 días en la isla. La pregunta es: Si sabe perfectamente en qué día se encuentra, ¿qué utilidad tiene el analema?. Y por otra parte, en el caso de que realmente no supiera en qué día se encuentra, ¿cómo podría haber señalado las fechas en el analema?.



En definitiva, la idea de querer demostrar que este hombre obsesionado por el tiempo, es capaz de controlarlo a pesar de las circunstancias adversas, resulta todo un despropósito que se hubiese podido evitar con una buena documentación.

SELLOS GNOMÓNICOS EDITADOS EN ESPAÑA

	Segundo carné autoadhesivo emitido por correos dedicado al pintor Goyo Domínguez y mostrando ocho cuadros de su serie "la música". Puede verse un reloj portátil de bolsillo diptico.
	RELOJ DE SOL Tema: Deportes Serie: Juegos de la XXV Olimpiada de Barcelona '92 2ª serie. Valor: 27+ 5 p Tirada: 2500000
	ASTROLABIO Tema: Personajes Serie: Patrimonio cultural Hispano-islámico Fecha emisión: 12. 3. 1986 Valor: 17 p Tirada 4000000
	NOCTURLABIO Tema: Hispanidad Serie: America-UPAE Fecha emisión: 11. 4. 1991 Valor: 55 p Tirada 10 000 000

QUERIDOS HETEROSCIOS ...

Por Antonio Cañones Aguilar

¿Cómo?... ¿Heteroscio?... Oiga, eso no me lo dice usted en la calle.

Pues sí. Tanto yo como cualquier otro que lea estas letras y, por lo tanto, more por estas latitudes de España, grado más, grado menos, es un heteroscio. Lo siento.

Advierto que hasta que leí el libro “El Sol en la mano” del arquitecto español Miguel Bertrán de Quintana y publicado por la Universidad Nacional Autónoma de México en 1937, tampoco yo había oído nunca este término y ningún otro a los que voy a referirme después.

Existen innumerables clasificaciones de los habitantes de la tierra, según el país o el continente de origen, el color de la piel, la religión que profesan, y otras muchas que no voy a detenerme en detallar.

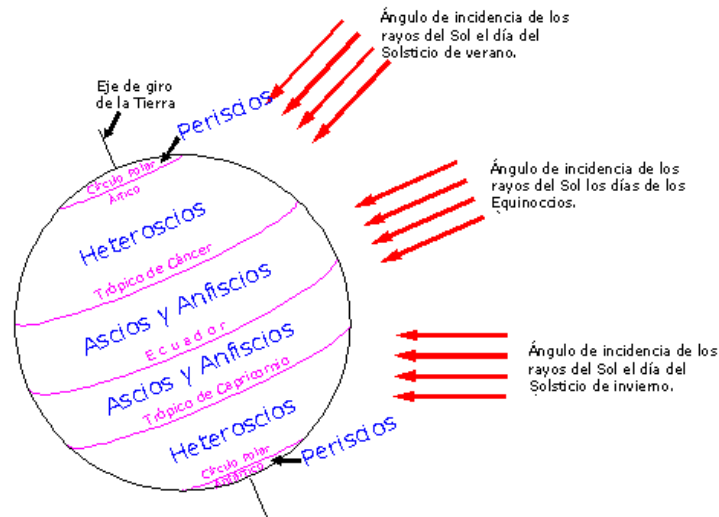
Pues bien, los antiguos geógrafos también nos tenían clasificados. ¿Y cómo lo hicieron? Pues tomando como referencia la proyección de nuestra sombra según el lugar del globo en que moramos. ¡Hay que ser!

El Sol, en el transcurso de cada año, sube y baja por el cielo, partiendo desde el Ecuador, 23 grados y 27 minutos hacia arriba y otro tanto hacia abajo. Ese fenómeno, debido a la oblicuidad de la Eclíptica, diferencia muy claramente a la esfera terrestre en zonas de todos conocidas. Hay una zona central que contiene al Ecuador y llega hasta los círculos de los trópicos que es la zona tórrida. Le siguen las zonas comprendidas entre los círculos tropicales y los círculos ártico y antártico que son las zonas templadas. Por último están las zonas que van desde los círculos ártico y antártico hasta sus respectivos Polos y que son las zonas frías o polares.

La incidencia de los rayos del Sol, por tanto, varía según la época del año y según la zona de la Tierra donde estemos.

Una vez aclarado esto ya puedo intentar descifrar esa clasificación de los humanos hecha por los antiguos geógrafos.

Empezando por la zona tórrida, tenemos a los “ascios”. Esta palabreja proviene del latín “ascius” y a su vez ésta del griego “áskios” (de la unión de “a”, privación, y “skiá”, sombra). Luego los ascios, etimológicamente hablando, son los habitantes de la tierra que en algún momento del año no tienen sombra. Ampliando la definición diré que estos habitantes, dos días cada año y al mediodía tienen su sombra exactamente debajo de ellos pues los rayos del Sol los reciben perpendicularmente al horizonte.



Los habitantes de la zona tórrida en otros momentos del año también son “anfiscios”, del latín “amphiscius” y ésta del griego amphískios (de la unión de “amphí”, de ambos lados, y “skiá”, sombra). Luego los anfiscios son los habitantes de la Tierra cuya sombra, al mediodía, está proyectada hacia el Norte o el Sur según la estación que sea. Fijándonos en los pobladores del Ecuador, estos, quitando los días de los equinoccios, tienen durante la primavera y el verano su sombra mirando hacia el Sur y durante el otoño y el invierno mirando hacia el Norte.

Los habitantes de las zonas templadas, nuestro caso, son “heteroscios”. ¡Ya apareció el “palabro”!. La etimología proviene del griego “heteróskios” (de la unión de “héteros”, otro, y “skiá”, sombra). O sea, terráqueos cuya sombra, al mediodía, siempre está dirigida al otro lado del Sol. O dicho de otra manera, tenemos la sombra, al mediodía, siempre dirigida hacia el Polo del hemisferio en que habitamos. Los del hemisferio austral hacia el Norte y los del hemisferio boreal hacia el Sur.

Por último, los habitantes de las zonas frías, aquellas con latitud superior a la de los círculos polares, son los “periscios”, del griego “perískios” (de la unión de “perí”, alrededor, y “skiá”, sombra). Éstos son los desafortunados que pasan un frío tremendo aunque tienen la “ventaja” de que hay ciertos días del año en que su sombra los rodea por completo.

Ahí queda eso.

© Antonio J. Cañones Aguilar
Murcia a 30 de octubre de 2002

TABLA ANUAL DE LA ECUACION DEL TIEMPO A LAS 12 HRS. T.U.

AÑO 2003

Día	Enero	Febrer	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agost	Setiem	Octub	Novie	Diciem
1	03:30	13:33	12:24	04:00	-02:47	-02:10	03:45	06:14	00:02	-10:12	-16:16	-10:56
2	03:58	13:40	12:12	03:43	-02:54	-02:01	03:56	06:11	-00:16	-10:31	-16:17	-10:34
3	04:26	13:47	12:00	03:25	-03:01	-01:52	04:07	06:06	-00:35	-10:50	-16:18	-10:10
4	04:53	13:53	11:47	03:08	-03:06	-01:42	04:18	06:01	-00:55	-11:08	-16:18	-09:47
5	05:20	13:58	11:34	02:51	-03:12	-01:32	04:28	05:55	-01:15	-11:26	-16:16	-09:22
6	05:47	14:03	11:21	02:33	-03:17	-01:21	04:38	05:49	-01:35	-11:44	-16:14	-08:57
7	06:13	14:06	11:06	02:17	-03:21	-01:10	04:48	05:42	-01:55	-12:01	-16:11	-08:32
8	06:44	14:10	10:49	01:56	-03:26	-00:56	04:57	05:35	-02:15	-12:18	-16:08	-08:06
9	07:03	14:11	10:37	01:43	-03:28	-00:48	05:06	05:26	-02:36	-12:35	-16:03	-07:40
10	07:28	14:13	10:22	01:27	-03:31	-00:36	05:15	05:18	-02:57	-12:51	-15:58	-07:13
11	07:51	14:13	10:07	01:11	-03:33	-00:24	05:23	05:09	-03:17	-13:06	-15:52	-06:46
12	08:15	14:13	09:51	00:56	-03:34	-00:12	05:31	04:59	-03:38	-13:22	-15:44	-06:18
13	08:38	14:12	09:35	00:40	-03:35	-00:00	05:38	04:48	-03:59	-13:36	-15:37	-05:50
14	08:59	14:10	09:18	00:25	-03:35	-00:11	05:45	04:38	-04:21	-13:50	-15:28	-05:22
15	09:21	14:08	09:02	00:11	-03:35	00:24	05:51	04:26	-04:41	-14:04	-15:18	-04:53
16	09:42	14:05	08:45	-00:03	-03:34	00:37	05:57	04:14	-05:03	-14:17	-15:08	-04:25
17	10:02	14:00	08:28	-00:17	-03:33	00:49	06:02	04:02	-05:24	-14:29	-14:57	-03:55
18	10:21	13:56	08:11	-00:30	-03:31	01:02	06:07	03:49	-05:45	-14:41	-14:44	-03:26
19	10:40	13:51	07:53	-00:43	-03:28	01:15	06:11	03:36	-06:07	-14:52	-14:31	-02:57
20	10:58	13:45	07:36	-01:56	-03:25	01:28	06:15	03:22	-06:28	-15:03	-14:18	-02:27
21	11:15	13:38	07:18	-01:09	-03:22	01:41	06:18	03:07	-06:49	-15:13	-14:03	-01:57
22	11:32	13:31	07:00	-01:21	-03:18	01:54	06:21	02:53	-07:10	-15:22	-13:48	-01:28
23	11:47	13:23	06:42	-01:32	-03:13	02:07	06:23	02:37	-07:31	-15:31	-13:32	-00:58
24	12:02	13:15	06:24	-01:43	-03:08	02:19	06:24	02:21	-07:52	-15:39	-13:15	-00:29
25	12:16	13:06	06:06	-01:54	-03:03	02:32	06:25	02:05	-08:12	-15:46	-12:57	00:00
26	12:29	12:56	05:48	-02:04	-02:57	02:45	06:25	01:49	-08:33	-15:53	-12:39	00:30
27	12:42	12:46	05:30	-02:13	-02:50	02:57	06:25	01:32	-08:53	-15:58	-12:20	00:59
28	12:54	12:35	05:12	-02:23	-02:43	03:09	06:24	01:14	-09:13	-16:03	-11:00	01:28
29	13:05		04:54	-02:31	-02:35	03:21	06:22	00:57	-09:33	-16:08	-11:39	01:58
30	13:15		04:36	-02:39	-02:28	03:33	06:20	00:39	-09:53	-16:11	-11:18	02:26
31	13:24		04:18		-02:19		06:18	00:20		-16:14		02:55

TABLA DE LA DECLINACION SOLAR PARA EL AÑO 2003

DECLINACIONES A LAS 12 HRS. G.M.T

PRIMER SEMESTRE

DIA	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
1	-23° 0.3'	-17° 7.8'	-7° 38.1'	4° 29.5'	15° 2.3'	22° 1.9'
2	-22° 55.1'	-16° 50.7'	-7° 15.3'	4° 52.6'	15° 20.4'	22° 9.9'
3	-22° 49.6'	-16° 33.2'	-6° 52.3'	5° 15.7'	15° 38.2'	22° 17.5'
4	-22° 43.5'	-16° 15.5'	-6° 29.3'	5° 38.6'	15° 55.8'	22° 24.8'
5	-22° 37.1'	-15° 57.4'	-6° 6.2'	6° 1.5'	16° 13.0'	22° 31.6'
6	-22° 30.1'	-15° 39.1'	-5° 42.9'	6° 24.2'	16° 30.0'	22° 38.0'
7	-22° 22.8'	-15° 20.5'	-5° 19.7'	6° 46.9'	16° 46.8'	22° 44.1'
8	-22° 15.0'	-15° 1.7'	-4° 56.3'	7° 9.4'	17° 3.2'	22° 49.7'
9	-22° 6.7'	-14° 42.6'	-4° 32.9'	7° 31.8'	17° 19.4'	22° 54.9'
10	-21° 58.0'	-14° 23.3'	-4° 9.4'	7° 54.0'	17° 35.3'	22° 59.8'

11	-21°48.9'	-14° 3.7'	-3°45.9'	8°16.2'	17°50.8'	23° 4.2'
12	-21°39.4'	-13°43.9'	-3°22.3'	8°38.2'	18° 6.1'	23° 8.2'
13	-21°29.4'	-13°23.9'	-2°58.7'	9° 0.0'	18°21.1'	23°11.8'
14	-21°19.1'	-13° 3.6'	-2°35.0'	9°21.7'	18°35.8'	23°15.0'
15	-21° 8.3'	-12°43.1'	-2°11.3'	9°43.3'	18°50.1'	23°17.8'
16	-20°57.1'	-12°22.5'	-1°47.6'	10° 4.7'	19° 4.2'	23°20.2'
17	-20°45.6'	-12° 1.6'	-1°23.9'	10°25.9'	19°17.9'	23°22.2'
18	-20°33.6'	-11°40.5'	-1° 0.2'	10°46.9'	19°31.3'	23°23.8'
19	-20°21.2'	-11°19.3'	-0°36.4'	11° 7.8'	19°44.3'	23°24.9'
20	-20° 8.5'	-10°57.8'	-0°12.7'	11°28.5'	19°57.0'	23°25.7'
21	-19°55.4'	-10°36.2'	0°11.0'	11°49.0'	20° 9.4'	23°26.0'
22	-19°41.9'	-10°14.5'	0°34.7'	12° 9.3'	20°21.4'	23°25.9'
23	-19°28.0'	-9°52.5'	0°58.4'	12°29.4'	20°33.1'	23°25.4'
24	-19°13.8'	-9°30.5'	1°22.0'	12°49.3'	20°44.4'	23°24.5'
25	-18°59.2'	-9° 8.3'	1°45.6'	13° 9.0'	20°55.4'	23°23.2'
26	-18°44.3'	-8°45.9'	2° 9.2'	13°28.5'	21° 6.0'	23°21.4'
27	-18°29.0'	-8°23.4'	2°32.7'	13°47.7'	21°16.3'	23°19.3'
28	-18°13.4'	-8° 0.8'	2°56.2'	14° 6.7'	21°26.2'	23°16.7'
29	-17°57.5'		3°19.6'	14°25.5'	21°35.7'	23°13.8'
30	-17°41.3'		3°43.0'	14°44.1'	21°44.8'	23°10.4'
31	-17°24.7'		4° 6.3'		21°53.6'	

SEGUNDO SEMESTRE

DIA	JULIO	AGOST	SETIE	OCTUB	NOVIE	DICIE
1	23° 6.6'	18° 3.0'	8°19.9'	-3° 8.1'	-14°23.4'	-21°46.8'
2	23° 2.5'	17°47.8'	7°58.1'	-3°31.4'	-14°42.5'	-21°55.9'
3	22°57.9'	17°32.3'	7°36.2'	-3°54.6'	-15° 1.4'	-22° 4.7'
4	22°52.9'	17°16.5'	7°14.1'	-4°17.8'	-15°20.1'	-22°13.0'
5	22°47.5'	17° 0.5'	6°51.9'	-4°40.9'	-15°38.5'	-22°20.9'
6	22°41.8'	16°44.2'	6°29.7'	-5° 4.0'	-15°56.6'	-22°28.3'
7	22°35.6'	16°27.6'	6° 7.3'	-5°27.0'	-16°14.5'	-22°35.3'
8	22°29.0'	16°10.7'	5°44.8'	-5°50.0'	-16°32.1'	-22°41.9'
9	22°22.1'	15°53.6'	5°22.2'	-6°12.8'	-16°49.4'	-22°48.0'
10	22°14.8'	15°36.2'	4°59.5'	-6°35.6'	-17° 6.5'	-22°53.7'
11	22° 7.0'	15°18.6'	4°36.7'	-6°58.3'	-17°23.2'	-22°58.9'
12	21°59.0'	15° 0.7'	4°13.9'	-7°20.9'	-17°39.6'	-23° 3.7'
13	21°50.5'	14°42.6'	3°50.9'	-7°43.4'	-17°55.8'	-23° 8.0'
14	21°41.7'	14°24.3'	3°28.0'	-8° 5.8'	-18°11.6'	-23°11.9'
15	21°32.4'	14° 5.7'	3° 4.9'	-8°28.1'	-18°27.1'	-23°15.3'
16	21°22.9'	13°46.9'	2°41.8'	-8°50.3'	-18°42.3'	-23°18.2'
17	21°12.9'	13°27.9'	2°18.6'	-9°12.3'	-18°57.1'	-23°20.7'
18	21° 2.6'	13° 8.7'	1°55.4'	-9°34.3'	-19°11.6'	-23°22.7'
19	20°52.0'	12°49.2'	1°32.2'	-9°56.0'	-19°25.8'	-23°24.2'
20	20°41.0'	12°29.6'	1° 8.9'	-10°17.6'	-19°39.6'	-23°25.3'
21	20°29.6'	12° 9.8'	0°45.5'	-10°39.1'	-19°53.1'	-23°25.9'
22	20°17.9'	11°49.7'	0°22.2'	-11° 0.4'	-20° 6.2'	-23°26.0'
23	20° 5.9'	11°29.5'	-0° 1.2'	-11°21.6'	-20°18.9'	-23°25.6'
24	19°53.5'	11° 9.1'	-0°24.6'	-11°42.6'	-20°31.3'	-23°24.8'
25	19°40.8'	10°48.5'	-0°48.0'	-12° 3.4'	-20°43.2'	-23°23.5'
26	19°27.8'	10°27.8'	-1°11.3'	-12°24.0'	-20°54.8'	-23°21.8'
27	19°14.4'	10° 6.8'	-1°34.7'	-12°44.4'	-21° 6.0'	-23°19.5'
28	19° 0.8'	9°45.8'	-1°58.1'	-13° 4.6'	-21°16.8'	-23°16.9'
29	18°46.8'	9°24.5'	-2°21.4'	-13°24.7'	-21°27.2'	-23°13.7'
30	18°32.5'	9° 3.1'	-2°44.8'	-13°44.5'	-21°37.2'	-23°10.1'
31	18°17.9'	8°41.6'		-14° 4.1'		-23° 6.0'

TABLA ANUAL DEL PASO SOLAR POR EL MERIDIANO DE GREENWICH

AÑO 2003

PRIMER SEMESTRE

DIA	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
1	12h 3m30s	12h13m33s	12h12m24s	12h 4m 0s	11h57m13s	11h57m50s
2	12h 3m58s	12h13m40s	12h12m12s	12h 3m43s	11h57m 6s	11h57m58s
3	12h 4m26s	12h13m47s	12h12m 0s	12h 3m25s	11h56m59s	11h58m 8s
4	12h 4m53s	12h13m53s	12h11m47s	12h 3m 8s	11h56m54s	11h58m17s
5	12h 5m20s	12h13m58s	12h11m34s	12h 2m51s	11h56m48s	11h58m27s
6	12h 5m47s	12h14m 3s	12h11m21s	12h 2m33s	11h56m43s	11h58m38s
7	12h 6m13s	12h14m 6s	12h11m 6s	12h 2m17s	11h56m38s	11h58m49s
8	12h 6m38s	12h14m 9s	12h10m52s	12h 2m 0s	11h56m34s	11h59m 0s
9	12h 7m 3s	12h14m11s	12h10m37s	12h 1m43s	11h56m32s	11h59m12s
10	12h 7m28s	12h14m13s	12h10m22s	12h 1m27s	11h56m29s	11h59m23s
11	12h 7m51s	12h14m13s	12h10m 7s	12h 1m11s	11h56m26s	11h59m35s
12	12h 8m15s	12h14m13s	12h 9m51s	12h 0m56s	11h56m26s	11h59m47s
13	12h 8m38s	12h14m12s	12h 9m35s	12h 0m40s	11h56m24s	12h 0m 0s
14	12h 8m59s	12h14m10s	12h 9m18s	12h 0m25s	11h56m24s	12h 0m11s
15	12h 9m21s	12h14m 8s	12h 9m 2s	12h 0m11s	11h56m24s	12h 0m24s
16	12h 9m42s	12h14m 5s	12h 8m45s	11h59m56s	11h56m26s	12h 0m37s
17	12h10m 2s	12h14m 0s	12h 8m28s	11h59m42s	11h56m26s	12h 0m49s
18	12h10m21s	12h13m56s	12h 8m11s	11h59m30s	11h56m29s	12h 1m 2s
19	12h10m40s	12h13m51s	12h 7m53s	11h59m16s	11h56m32s	12h 1m15s
20	12h10m58s	12h13m45s	12h 7m36s	11h59m 4s	11h56m34s	12h 1m28s
21	12h11m15s	12h13m38s	12h 7m18s	11h58m50s	11h56m37s	12h 1m41s
22	12h11m32s	12h13m31s	12h 7m 0s	11h58m38s	11h56m41s	12h 1m54s
23	12h11m47s	12h13m23s	12h 6m42s	11h58m27s	11h56m46s	12h 2m 7s
24	12h12m 2s	12h13m15s	12h 6m24s	11h58m16s	11h56m51s	12h 2m19s
25	12h12m16s	12h13m 6s	12h 6m 6s	11h58m 5s	11h56m56s	12h 2m32s
26	12h12m29s	12h12m56s	12h 5m48s	11h57m55s	11h57m 2s	12h 2m45s
27	12h12m42s	12h12m46s	12h 5m30s	11h57m47s	11h57m10s	12h 2m57s
28	12h12m54s	12h12m35s	12h 5m12s	11h57m36s	11h57m17s	12h 3m 9s
29	12h13m 5s		12h 4m54s	11h57m28s	11h57m25s	12h 3m21s
30	12h13m15s		12h 4m36s	11h57m21s	11h57m32s	12h 3m33s
31	12h13m24s		12h 4m18s		11h57m40s	

SEGUNDO SEMESTRE

DIA	JULIO	AGOST	SETIE	OCTUB	NOVIE	DICIE
1	12h 3m45s	12h 6m14s	12h 0m 2s	11h49m47s	11h43m43s	11h49m 3s
2	12h 3m56s	12h 6m11s	11h59m44s	11h49m29s	11h43m42s	11h49m25s
3	12h 4m 7s	12h 6m 6s	11h59m25s	11h49m10s	11h43m42s	11h49m49s
4	12h 4m18s	12h 6m 1s	11h59m 4s	11h48m52s	11h43m42s	11h50m13s
5	12h 4m28s	12h 5m55s	11h58m44s	11h48m33s	11h43m43s	11h50m38s
6	12h 4m38s	12h 5m49s	11h58m24s	11h48m15s	11h43m46s	11h51m 2s
7	12h 4m48s	12h 5m42s	11h58m 5s	11h47m59s	11h43m49s	11h51m27s
8	12h 4m57s	12h 5m35s	11h57m44s	11h47m42s	11h43m52s	11h51m53s
9	12h 5m 6s	12h 5m26s	11h57m24s	11h47m24s	11h43m57s	11h52m19s
10	12h 5m15s	12h 5m18s	11h57m 2s	11h47m 9s	11h44m 1s	11h52m47s
11	12h 5m23s	12h 5m 9s	11h56m43s	11h46m54s	11h44m 8s	11h53m14s
12	12h 5m31s	12h 4m59s	11h56m22s	11h46m37s	11h44m15s	11h53m42s
13	12h 5m38s	12h 4m48s	11h56m 0s	11h46m24s	11h44m23s	11h54m 9s
14	12h 5m45s	12h 4m38s	11h55m38s	11h46m10s	11h44m31s	11h54m37s

15	12h 5m51s	12h 4m26s	11h55m19s	11h45m55s	11h44m41s	11h55m 7s
16	12h 5m57s	12h 4m14s	11h54m57s	11h45m42s	11h44m52s	11h55m34s
17	12h 6m 2s	12h 4m 2s	11h54m35s	11h45m30s	11h45m 3s	11h56m 4s
18	12h 6m 7s	12h 3m49s	11h54m14s	11h45m18s	11h45m15s	11h56m33s
19	12h 6m11s	12h 3m36s	11h53m53s	11h45m 7s	11h45m29s	11h57m 2s
20	12h 6m15s	12h 3m22s	11h53m32s	11h44m56s	11h45m41s	11h57m32s
21	12h 6m18s	12h 3m 7s	11h53m10s	11h44m46s	11h45m56s	11h58m 2s
22	12h 6m21s	12h 2m53s	11h52m49s	11h44m37s	11h46m12s	11h58m31s
23	12h 6m23s	12h 2m37s	11h52m28s	11h44m28s	11h46m28s	11h59m 1s
24	12h 6m24s	12h 2m21s	11h52m 7s	11h44m20s	11h46m44s	11h59m30s
25	12h 6m25s	12h 2m 5s	11h51m47s	11h44m14s	11h47m 2s	12h 0m 0s
26	12h 6m25s	12h 1m49s	11h51m27s	11h44m 7s	11h47m20s	12h 0m30s
27	12h 6m25s	12h 1m32s	11h51m 6s	11h44m 1s	11h47m39s	12h 0m59s
28	12h 6m24s	12h 1m14s	11h50m46s	11h43m57s	11h48m 0s	12h 1m28s
29	12h 6m22s	12h 0m57s	11h50m27s	11h43m52s	11h48m20s	12h 1m58s
30	12h 6m20s	12h 0m39s	11h50m 6s	11h43m49s	11h48m41s	12h 2m26s
31	12h 6m18s	12h 0m20s		11h43m46s		12h 2m55s