

ANALEMA

BOLETÍN DE LA ASOCIACIÓN DE AMIGOS DE LOS RELOJES DE SOL

SUMARIO

- | | | |
|----|---|--------------------------------|
| 1 | EDITORIAL ----- | Editor |
| 2 | ABSTRACTS ----- | Redacción |
| 3 | LOS RELOJES DE SOL DEL MONASTERIO
DE EL PAULAR ----- | J. del Buey y J. Martín Artajo |
| 5 | LA INFLUENCIA DE LOS LIBROS ALFONSÍES
EN LOS LIBROS DE JUAN DE ROJAS ----- | C. Esteve |
| 8 | UN CURIOSO CUADRANTE VERTICAL ----- | L. Hidalgo |
| 10 | NIHIL NOVUM. UN RELOJ DE SOL PORTÁTIL - | MM. Valdés |
| 11 | NOTAS Y COMENTARIOS ----- | Redacción |
| 15 | MERIDINQUER ----- | A.J. Cañones |
| 16 | EL RELOJ DE CUENCAMÉ, EN MÉXICO ---- | J.C. Montes y
M.A. Villegas |
| 18 | ORIENTACIÓN DE UN MURO VERTICAL
MEDIANTE UN CD ----- | M.M. Valdés. |
| 20 | "PRIMUS CIRCUNDEDISTI ME" - EL DÍA QUE
PERDIÓ EL CANO LO RECUPERÓ FOGG - ----- | J. Farré |
| 23 | PROPUESTA DE NOMENCLATURA Y SIMBOLOGÍA
REFERENTE A RELOJES DE SOL ----- | A. Angulo |
| 24 | TABLAS DE DECLINACIÓN, ECUACIÓN DEL TIEMPO
Y FASES DE LA LUNA PARA 2003 ----- | MM. Valdés |
| 24 | DECLINACIÓN MAGNÉTICA EN ESPAÑA
PARA EL AÑO 2003 ----- | J. de la Calle |

ASOCIACIÓN DE AMIGOS DE LOS RELOJES DE SOL

Isaac Peral 48. 28040 – MADRID. ESPAÑA

JUNTA DIRECTIVA

Presidente: Luis Hidalgo Velayos
Vicepresidente: Jacinto del Buey Pérez
Secretario Grt: Manuel Lombardero Soto
Tesorero: Antonio de Vicente Candeira
Bibliotecario: Jesús de la Calle Montes

Consejo de Redacción: Vocales
Manuel María. Valdés Carracedo
Javier Moreno Bores
Miguel Ángel Hacar Benítez

Vocales Asesores:
Antonio Angulo Álvarez
Baltasar Soteras Elía
José Esteban Esteban

Socios de Honor:
Rafael Soler Gayá
José Luis Basanta Campos

La Asociación de Amigos de los Relojos de Sol fue creada en abril de 1988. Está legalmente reconocida y figura en el registro nacional de Asociaciones con la referencia N-18685. Constituye una entidad no lucrativa cuyos fines son el desarrollo y fomento de las investigaciones y estudios sobre temas históricos, matemáticos geográficos, arquitectónicos y literarios relacionados con la difusión de los conocimientos relativos al cálculo, trazado, construcción, emplazamiento y revisión de los Relojos de Sol y otros instrumentos análogos. Para el cumplimiento de estos fines celebra reuniones periódicas, mantiene contacto con otras Asociaciones o Entidades semejantes y publica cuatrimestralmente el Boletín Informativo "Analema", abierto a la colaboración de todos sus lectores.

La Asociación de Amigos de los Relojos de Sol ofrece a sus asociados los siguientes servicios:

- Comprobación y datación de cuadrantes y relojes antiguos.
- Información Bibliográfica referente a temas relacionados con la Gnomónica
- Traducción o revisión de artículos de revistas, boletines y publicaciones.
- Asesoramiento para la construcción o reparación de relojes solares.

Estos servicios son prestados a sus Socios a título gratuito, o a coste estricto a las entidades o personas que así lo soliciten y sean presentadas por algún Socio. Los servicios de asesoramiento serán totalmente gratuitos para las entidades o asociaciones de carácter cultural.

Para obtener la condición de Asociado es necesario la presentación por un Socio de la persona o entidad interesada, y su admisión por la Junta de Gobierno. La cuantía de su aportación económica como cuota anual es fijada libremente por el propio asociado, pudiendo ser nula si así lo desea. No obstante, para recibir con seguridad el presente Boletín y otras publicaciones deberá aportar como mínimo el equivalente a los gastos de confección y envío postal del de las mismas.

En general y salvo indicación expresa, los artículos publicados en este Boletín podrán ser reproducidos o utilizados, citando su procedencia y previa comunicación a esta Asociación. Se exceptúan los casos en los que se indique la existencia de derechos de propiedad del autor, o cualquier otro tipo de impedimento legal.

La Asociación no se hace, en ningún caso, responsable del contenido o interpretación de los escritos, gráficos, fórmulas, tablas, o cualquier otra clase de información contenida en los Boletines o en sus publicaciones colectivas. Agradece todo tipo de crítica, comentario, discusión o reseña de los mismos, que será transmitida a su autor y publicada en el Boletín si su interés y generalidad lo hiciese conveniente a juicio de la Junta, que se reserva el derecho de adaptar, resumir, comentar o editar con el previo conocimiento de su autor los originales recibidos para su publicación. Su extensión no deberá exceder de seis folios, incluyendo ilustraciones, salvo que su contenido aconseje publicarlos en varios números sucesivos o en forma de separata del Boletín.

EDITORIAL

En este mismo Boletín, en la sección de "Notas y Comentarios" se insertan dos notas en las que se relacionan algunas direcciones de páginas Web en español, con contenidos específicos referentes a los Relojes de Sol.

Es un hecho evidente que la conocida locución adagial aplicable, a la investigación y especialmente a los investigadores: *"Publica, o perece"*, se ha transformado actualmente en: *"Si no estás en la WWW, no existes"*.

La mayor parte de las Asociaciones de Gnomonistas poseen, desde hace tiempo, su "sitio Web" en un lugar virtual llamado, quizás abusivamente, "dominio". Nuestra Sociedad no ha poseído, hasta ahora, ninguno de estos apetecibles "dominios", con gran disgusto de nuestros recientes y jóvenes asociados, muchos de ellos expertos y contumaces "gnomo-webistas", excelentes "e-maileros" e incluso empecinados "chatófilos" (Aficionados al "Chat", no a las chatas).

Mas este deplorable desprecio a la triple WWW va a tener pronto remedio. Antes de finales de este año es probable que la Asociación de Amigos de los Relojes de Sol pueda tener su propio "sitio", en un "dominio" resplandeciente, como corresponde al Sol, brillante objeto de nuestro deseo. Por lo menos es lo que nos han prometido los socios que se han encargado de encauzar la preparación de este deleitoso "sitio Web", para nuestro propio reposo y alegría. Y también para general satisfacción de nuestros amigos "webistas", aunque de hecho aún no pertenezcan a la Antigua y Venerable Fraternidad del Gnomon.

Nos viene a la memoria la gozosa alegría de Gonzalo de Berceo al encontrarse de improviso en un sitio *cobdiciadero* o deleitoso, y no podemos por menos de parafrasear su *mester de clerescía*.

Yo, Maestro Gonçalo de Berceo nominado / Yendo de romería
acaesci en un prado / Verde e bien fornido de flores adobado, /
Lugar cobdiciadero para honne cansado...

Esperemos que nuestra futura página Web sea como un verde (mezcla de yellow y cyan) prado de e-mails bien guarnido, / de bytes adornado,
lugar atopadizo / para internauta osado.

Pero -bits obligan- para mantener la frescura y atractivo de este verde prado (léase página Web) ha de estar bien *fornido* por lo que pedimos, ahora más que nunca, la colaboración y asistencia de todos nuestros asociados, detractores, amigos, y lectores de este Boletín, que los hay. Y no solamente con excelentes o bien elaborados artículos, tesis doctorales y agudos comentarios, sino también con noticias, controversias, rumores, cotillerías, copias de documentos, dibujos, fotografías, chascarrillos gnomónicos, y cualquier texto imprimible o paginizable en estilo web, aunque no tenga una relación muy directa con la Gnomónica.

San Isidoro (que ha sido propuesto como Santo Patrón de la Red de Redes) y este anciano y algo maltrecho Editor, os lo agradecerán

EL EDITOR

Felices Fiestas y venturoso año 2003.
¡ Que la WWW nos sea propicia. !

ABSTRACTS

3 SUNDIALS AT "EL PAULAR" MONASTERY

At Rascafría, near Madrid, stands the Monastery of Santa María de el Paular, built in 1390, by King John the First, of Castile. In the centre of the yard cloister there is an octagonal pavilion with four engraved sundials in its walls.

1) a lateral, west-declining sundial. 2) a central east-declining dial. 3) another lateral west-declining dial. 4) a last dial, in the middle wall, with italic and babylonian hours. The authors of the present article, J. del Buey and J. Martín Artajo explain the location and gnomonic definitions of all those dials, and also some historic facts about its designer, Fray Martín Galíndez, who became an illustrated member of El Paular Monastery in 1584. He was born 1547 and used to be a painter before his ordination as a monk. He died at the age of eighty years, as "Procurador" of his Congregation.

5 THE INFLUENCE OF "KING ALFONSO BOOKS" ON JUAN DE ROJAS

C. Esteve Secall studies the orthogonal projection of the Sphere used in the astrolabe of Juan de Rojas and finds a clear and close similarity between some figures of his book and those found in the much older books "Libros del Saber de Astronomía" (Books of Astronomic Knowledge) by Alfonso X The Wise, King of Castile from 1253 to 1284. The orthogonal projection was known and used by his contemporary astronomer Azarquiel (and others astronomers of that epoch) to trace a peculiar astrolabe known as "Açafea". This projection is the basis of the Rojas's Astrolabe designed near three centuries latter.

8 A CURIOUS DIAL

IN "Analema 7" I. Hidalgo published an article whose title was "*An Intriguing Sundial*", a Foster vertical dial with a movable circle of hours, so permitting to read the legal hour. By now he presents us "*A curious Dial*", also a vertical South-facing dial provided with an alidade, a movable circle and a simple mechanical device that can be used to adjust the dial to show civil time, by means of an easy - if frequent - setting on. If you desire satisfy your curiosity, read the article.

10 NIHIL NOVUM... A PORTABLE SUNDIAL

This portable dial was formerly described by H. Negra Vivé in the Spanish "Revista de Obras Públicas" the year 1920. F. Sáenz Ridruejo, an outstanding investigator by himself, but not a gnomonist, found recently the description of this dial and communicated his finding to Mr. Valdés, who in turn explain us some particularities of the dial, and adds a lightly acid title: "Nihil Novum". Two pictures show the hour-lines design and the use of the instrument. For me, a plain and humble gnomonist of no rank, it is really a "Novo" device that I have never seen before.!

11 NOTES AND COMMENTARIES

-1. News about Internet. -2. More about our Web page. -3. Some digressions about Web. -4. Wine and Sundials. -5 About the logograph above exposed. -6. Gnomonica and Literature. -7 More about the "equivalent dial".

15 MERIDINQUER

A new device designed in order to trace the meridian line by the midday Sun position. Its purpose is to avoid the use of the plumb line, that could be perturbed by wind. It has been designed by A.J. Cañones.

16 THE DIAL OF CUENCAMÉ (MEXICO)

J. Carmelo Montes and Martha A. Villegas are two active Mexican gnomonists that are doing their best in order to promote the (sacred, we could say) gnomonic science in their country, Mexico, where a renewed interest for sundials is recently arousing. In this articles they give notice of a great (2 m. high, 1.2m. wide and 0.12 m. thick) south-faced vertical dial standing on an 7 m high stone pillar in the atrium of the S. Antonio de Padua's Church.

18 HOW TO USE A CD IN ORDER TO FIND THE ORIENTATION OF A WALL

We knew the prolificacy of Mr Valdés, but by now he amaze us with his proposal to find a wall azimuth by means of a discarded CD. (or a new one, no matter) The surprise is caused by the fact that Mr. Valdés is a "serious" gnomonist and in some way a specialist in scratch dials, and in ancient Greek, Roman, and even Egyptians dials. Perhaps the round shape of the CD has something to do with scratch dials? Not at all. As in Catamo and Lucarini's Diffraction Dials (See Analema 33) his method is based upon the diffraction of Sun rays caused by the CD microgrooves... and also in plain trigonometric calculus!. Beware: You can't hear music and gnomonize simultaneously with the same CD

20 "PRIMUM CIRCUMDEDISTI ME" THE LOST DAY OF ELCANO WAS FOUND BY FOGG.

An early article in *Analema* 32 about the error of Mr Pileas Fogg, the main character in the Jules Verne story "*Round the World in eighty days*", has created a lot of notes and debate. Now, four "*Analemas*" late, we insert a new -and we hope definitive- article of Mr. Edouard Farré. His thesis is that the error of Fogg is only a trick of the able writer Jules Verne in order to finish his story with a brilliant "*coup d'effet*". He states that the day lost by Sebastian Elcano in his around the world journey (eastward) was recuperated by Fogg in his much more rapid, if factice westward journey. We do agree. Do you?

23 AN ATTEMPT TO FIX GNOMONIC NOMENCLATURE

A. Angulo proposes in this short page a complete revision of gnomonic terms and nomenclature. He tries to get out some agreements, if only about the most basic and usual notation, latitude, longitude, declination, solar height, azimuth, mean time, etc. A similar proposition was made ten years ago by our Bulletin Staff, with no success at all (till to-day). We ask for a debate between gnomonists and etymologists in order to obtain an accord, at least on the terms *not to be used*



LOS RELOJES DE SOL DEL MONASTERIO DE EL PAULAR

J. DEL BUEY Y J. MARTÍN ARTAJO

Situación

Este brillante conjunto de cuatro relojes de sol se encuentra en el templete central del claustro del Real Monasterio de Santa María de El Paular, en el municipio de Rascafría, a orillas del río Lozoya. Sus coordenadas son, según el Instituto Geográfico y Catastral:

$$\varphi = 40^{\circ} 53' 30'' \text{ N. } \quad \lambda = 3^{\circ} 53' 20'' \text{ W.}$$

Reseña histórica

El Real Monasterio debe a Juan I de Castilla la colocación de la primera piedra el 29 de agosto de 1390, siendo la primera cartuja que se fundó en Castilla. Las obras básicas duraron cincuenta años, si bien los distintos reyes y señores que han tenido relación con la cartuja continuaron enriqueciéndola.

Esta monumental cartuja cuenta, entre otras joyas, con una preciosa reja que divide la nave de la iglesia en dos, para separar a los monjes de los seglares, un retablo de alabastro, el sagrario o *transparente*, y el claustro principal gótico. Este último fue construido a finales del siglo XV y cuenta con bóvedas de crucería de diversas formas, destacando los arcos conopiales de las ventanas



En su centro se levanta un templete octogonal de 3,60 m de lado donde, a dos alturas diferentes, están grabados los cuatro relojes de sol.

En la parte superior, de paredes lisas, se encuentran tres relojes verticales que señalan la hora solar.

En la parte inferior se abren cuatro ventanas y cuatro puertas, rematadas con arcos conopiales, en consonancia con el resto del claustro.

Sobre la puerta de mediodía se puede contemplar el cuarto reloj, mal llamado "*reloj de luna*", que es un reloj que señala horas babilónicas e itálicas.

El templete está cubierto con tejado de pizarra, rematado con capitel de zinc coronado con una cruz. En su interior una fuente redonda de cuatro caños.

Desde marzo de 1954, el monasterio está regido por los Monjes Benedictinos.

Diseño

Reloj de sol lateral declinante a levante.

Grabado sobre ocho sillares en altura y dos en horizontal, ocupa una superficie de 3 m de alto por 1,3 m de ancho.

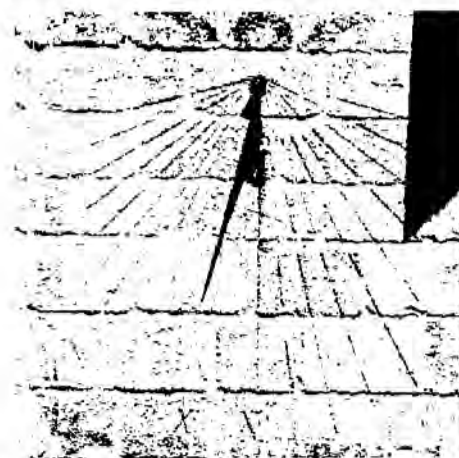
Las *líneas horarias* señalan horas enteras y medias horas, empezando a las 5 horas y terminando a las 12 horas, en números árabes.



El *gnomon* es una chapa de hierro de forma triangular, con un lado curvo, sujeto a la piedra en dos soportes emplomados sobre la línea vertical de las 12 horas y doblado sobre su eje vertical de forma que el lado mayor quede paralelo al eje de La Tierra. (Fig.1)

Reloj de sol central declinante a levante

Situado sobre el paramento central superior, el cual declina $17^{\circ}10'$ a levante, medida que se hizo primero con brújula y se comprobó posteriormente, ocupando una superficie de 3 m de alto por 2,6 m. de ancho



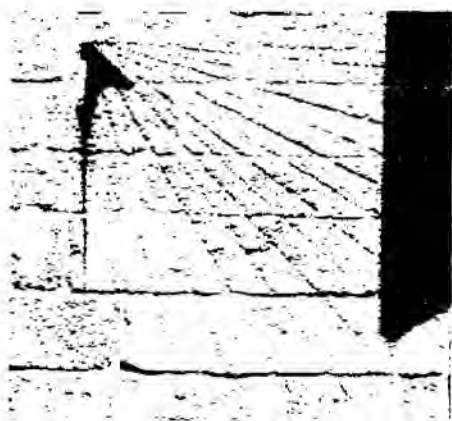
Las *líneas horarias* abarcan desde las VI horas de la mañana hasta las IIII de la tarde, con subdivisiones de medias horas, en números romanos.

Las *líneas de equinoccios y solsticios* están suavemente marcadas. Se hace constar que en el momento de efectuar este estudio faltaban 10 días para el solsticio de verano, y la sombra del extremo del gnomon estaba muy próxima a la línea que representa dicho solsticio.

El *gnomon*, semejante en todo al descrito anteriormente, descansa sobre la línea meridiana, y su plano no es perpendicular al plano del reloj de sol

Reloj de sol lateral declinante a poniente.

Ocupa la misma superficie que el lateral declinante a levante. Sus *líneas horarias* señalan horas enteras y medias horas, comenzando a las 12 horas hasta las 7 de la tarde, en números árabes, sin que se puedan apreciar la totalidad de los números. El *gnomon*, idéntico a los anteriores, con su plano dentro del plano meridiano.



Los tres relojes de sol del paramento superior tuvieron originalmente una extensa decoración, de la que hoy sólo se aprecian residuos de color ocre, que son mayores en el de levante y menores en el de poniente.

Reloj central de horas babilónicas e itálicas.

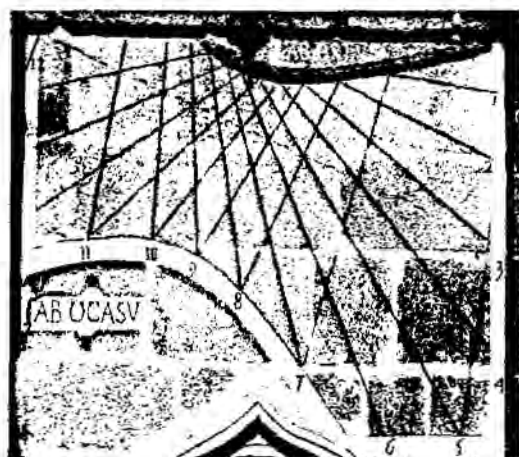
Se trata de un reloj de sol singular, debido a la rareza de este tipo de relojes en España.

Muy bien conservado y restaurado recientemente por el Padre Cartujo D. Andrés Cubillo del Hoyo.

Este reloj de sol señala horas babilónicas e itálicas, muy en uso en la época de su construcción por los viajeros, que necesitaban saber las horas de luz de que disponían, para no caminar de noche (itálicas) y las transcurridas desde el amanecer (babilónicas).

Las *horas babilónicas* son la venticuatroava parte del día, y se empiezan a contar desde el orto del Sol. Las *horas itálicas* son, así mismo, la venticuatroava parte del día, y se empiezan a contar desde el ocaso del sol.

En este bello reloj se observan en primer lugar las *líneas de los signos*, solsticio de invierno, en la parte superior, solsticio de verano, en la inferior, y equinoccial.



Por cálculo, la inclinación de la línea equinoccial resultó ser $18,8^\circ$, a la que corresponde una declinación del muro de $17,17^\circ$ a levante. La observación realizada diez días antes del solsticio de verano, sirvió para contrastar la fidelidad con la que la sombra de la punta del gnomon recorría prácticamente la línea solsticial entre las 11 y las 8 horas. En otra observación llevada a cabo el 28 de enero se pudo apreciar la exactitud de la lectura de la hora babilónica a las 12:31 solares, cinco horas exactas desde la salida del Sol -que aquel día lo hizo a las 7:30 y de la hora itálica a las 12:11 solares, cuando faltaban cinco horas para el ocaso- lo que ocurriría a las 17:12.

Las *líneas babilónicas* están grabadas y sobrepintadas en color gris azulado, numeradas desde la hora 1 hasta la hora 8, en números árabes, sobre una franja de color amarillo y ocre que cuelga por un lado. Falta la línea de la hora 9 y aparece la línea de la hora 10 sin numerar.

En la parte derecha superior está escrito, sobre fondo gris, AB ORTV, concordando este color con el de las líneas a las que alude.

Las *líneas itálicas*, grabadas y sobrepintadas en rojo, están numeradas de 1 a 12 de derecha a izquierda. En la parte inferior está escrito sobre color ocre, AB OCASV, concordando también su color con el de las líneas a las que se refiere.

El *gnomon* válido para ambas es una varilla troncocónica, de longitud 35 cm, aproximadamente, con su base rematada en forma de flor con cuatro pétalos. (Fig 2)



Figura 1 Gnomon de los tres relojes verticales



Figura 2 Gnomon del reloj de horas babilónicas e itálicas

Este conjunto de relojes de sol, considerado como uno de los mejores de España, fue diseñado y construido por el pintor y escultor riojano Fray Martín Galíndez, nacido en la Villa de Haro en el año 1547 quien, designado del mundo, se retiró a esta cartuja de El Paular, donde profesó en el año 1584. Sin faltar a la observancia de su austero Instituto ocupaba ratos en pintar, en hacer relojes de sol y despertadores para los monjes, en la escultura y en la carpintería

Falleció en el Monasterio en 1627 a los ochenta años de edad, después de haber sido muchos años Procurador con buen nombre por su virtud y afabilidad (*)

J. del Buey y J. Martín Artajo
Octubre 2002

(*) Cean Bermúdez. "Diccionario histórico de los más ilustres profesores de la Bellas Artes en España"
Alfred Gaty "The book of Sundials"

LA INFLUENCIA DE LOS LIBROS ALFONSÍES EN LA OBRA DE JUAN DE ROJAS.

CARLOS E. ESTEVE SECALL

Juan de Rojas Sarmiento, célebre matemático del siglo XVI, descendiente de familia noble nació en un pueblo de la provincia de Palencia. Su padre fue el primer marqués de Poza y su madre perteneció a la familia de los condes de Rivadeo.

La Casa de Rojas fue una excepción en su época, ya que se dedicaban al cultivo de las ciencias (1), de donde nació la afición de Juan a las matemáticas, a las que dedicó una especial atención, y gracias a ello, pudo acompañar en calidad de caballero y paje real al Emperador y a su hijo Felipe en su viaje a los Países Bajos.

Bien conocida era la atención que el Emperador, dedicaba a las matemáticas y en especial a la construcción de relojes, estas razones pudieron haber servido para que el marqués de Poza sugiriese a su rey, que su hijo Juan, le acompañase en el viaje y de esta forma poder profundizar en la ciencia matemática.

En Lovaina, asiste a su famosa universidad, que gozaba de reputación internacional, no sólo por los avances matemáticos, sino especialmente por la construcción de instrumentos científicos como astrolabios, esferas armilares, anillos astronómicos y relojes, de gran calidad técnica y artística en cuyo cálculo, diseño y construcción, colaboraron dos grandes figuras como Gemma Frisius y Gerard Mercator. (2)

El perfecto equilibrio entre lo estético y lo teórico y su gran precisión, hicieron que los instrumentos flamencos gozaran de una merecida y justa fama internacional, llegando Felipe II, a poseer varios instrumentos en su colección privada.

En dicha universidad flamenca, Juan de Rojas fue alumno de Gemma Frisius (3), y conoció sin duda a otro maestro como fue Hugo Helt, con el que entabló una gran amistad y que le acompañó en su regreso, a su tierra natal.

La estancia en casa de la familia Rojas, debió ser muy agradable para Helt, ya que se deshace en elogios para el padre de su amigo y al que dedica un tratado sobre relojes (4).

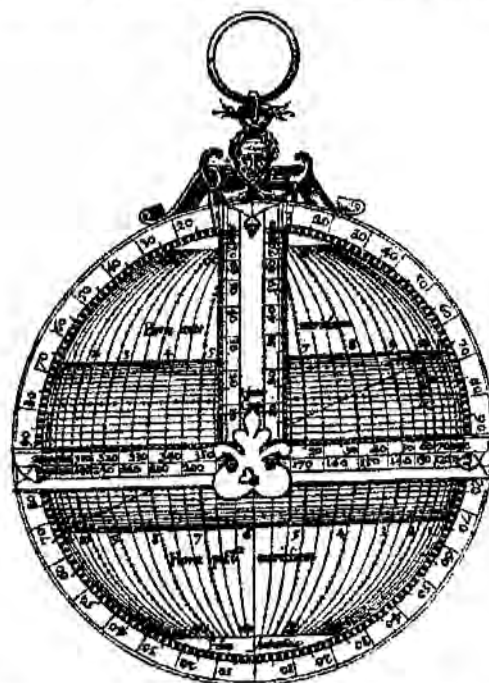
Nuestro matemático Juan de Rojas, es mundialmente famoso por su astrolabio planisférico universal, aunque la autoría de dicho instrumento pertenece a Hugo Helt, según recoge el autor en su obra:

"...lo escribió un holandés llamado Hugo Helt..." (6)

Aunque existen antecedentes de la proyección ortográfica de la esfera en la obra de Ptolomeo y en los libros alfonsíes de la Escuela de Toledo (7), lo que es de justicia, es confirmar al palentino como el autor que lo demostró teóricamente y lo aplicó a la construcción de astrolabios.

Su obra, publicada en París, donde impartía docencia, fue escrita en lengua culta o latín en España duran-

te los años 1545 y 1546, según se desprende de la lectura de los problemas que aparecen en el texto (8).



Este nuevo astrolabio, basado en la proyección cilíndrica de dirección paralela al plano del ecuador, tuvo una gran acogida entre los científicos de su época como Egnatio Danti, ingeniero, cosmógrafo y astrónomo del papa Gregorio XIII, que incluyó en su obra *Trattato dell'uso et della fabrica dell'astrolabio*, un capítulo dedicado al planisferio de Rojas, y en donde se pueden leer frases como ésta:

"... L'uso & fabrica di un sì bello & necessario strumento..."

y otras referentes a la descripción del instrumento:

"...Molto comodo facile a far con esso in qual si voglia parte del mond"

Otro tratadista y gran cosmógrafo, de la época Gio Paolo Galliucci, publica una gran enciclopedia sobre astronomía y aparatos científicos, en diez tomos entre los que se puede leer el siguiente título:

"... D'ell uso del planisferio desto del Rojas & prima si dechiaramo le sue parti..." (9)

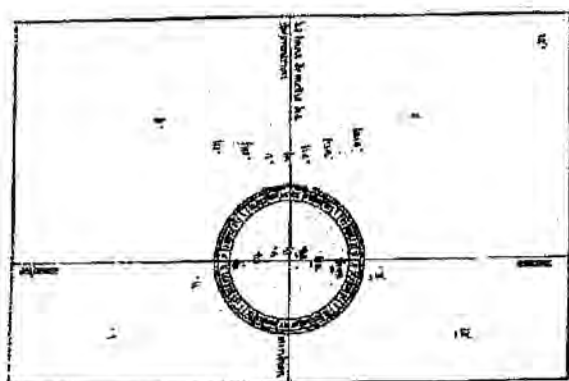
e incluso llega a definir el astrolabio como:

"... Fu certo di mirabile ingegno l'inventore del planifero detto dil de Rojas, perche eglino fu acerescitose & divulgatore enendo stromento accomodatissimo a faro pere tutto il mondo..." (10)

Ya en nuestro siglo, otra gran figura como la del ingeniero geógrafo francés Raymond D'Hollander, dedica un capítulo a nuestro autor. *L'astrolabe de Rojas* (11).

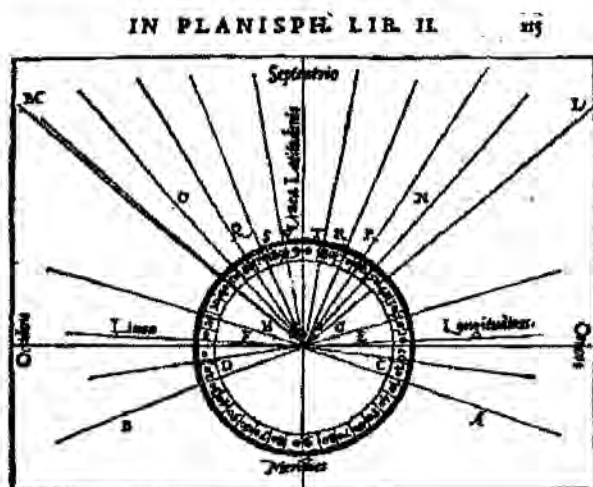
Pero este astrolabio planisférico descrito en su obra en

el libro VI, del cual afirma asimismo Vernet, existen antecedentes (12), no es el tema del presente trabajo de investigación, sino otro distinto, el de la construcción de cuadrantes horizontales descrito en el libro II, a lo largo de sesenta capítulos y que tiene por título: *De usu partium*.



El paralelismo con los Libros del saber de Astronomía y más concretamente con *El reloj de la piedra de la sombra*, es evidente.

La primera coincidencia, lógica por otra parte, es la publicación de tablas de declinación solar, en el caso de Rojas y *tablas de saber la sombra expandida por la altura et la altura por la sombra* (13), en los libros alfonsíes.



En segundo lugar la identidad en las proporciones del cuadrante, siendo igual la relación entre largo y ancho.

En el tratado se puede leer:

"...Quadrangulum itaque primum cuius longitudo tertia parte superet suam latitudinem..." (14)

A su vez, el manuscrito dice:

"...Toma una piedra que aya su faz bien equal et sea tan ancha cuemo los dos tercios de su longura..." (15)

La proporción dimensional entre el largo y el ancho es de tres a dos, es decir que la longitud es una vez y media la anchura.

No solo es idéntica esta relación entre las medidas del cuadrante, sino que también lo es su diseño, ya que en la intersección de las dos direcciones ortogonales Norte-Sur, Este-Oeste, sitúa un círculo dividido en cuatro cua-

drantes, graduados de 0° a 90°, en la misma dirección, e incluso subdivididos en medida, de dos en dos grados.

La cuarta coincidencia se centra en la construcción del gnomon, que lo subdivide en doce partes que coloca sobre una regla que contiene la sombra máxima del gnomon y que define como:

"Regula continens gnomonis umbram maximam"

a su vez, el capítulo VIII del manuscrito dice:

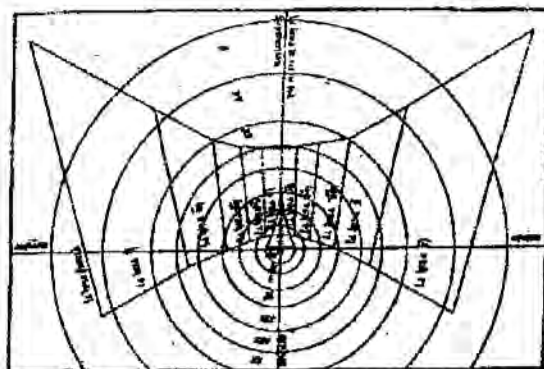
"De saber cuemo se deve fazer la regla de la sombra et de su partición"

Más adelante, en el capítulo XII del manuscrito, al definir la dimensión que debe tener el gnomon o demostrador, dice:

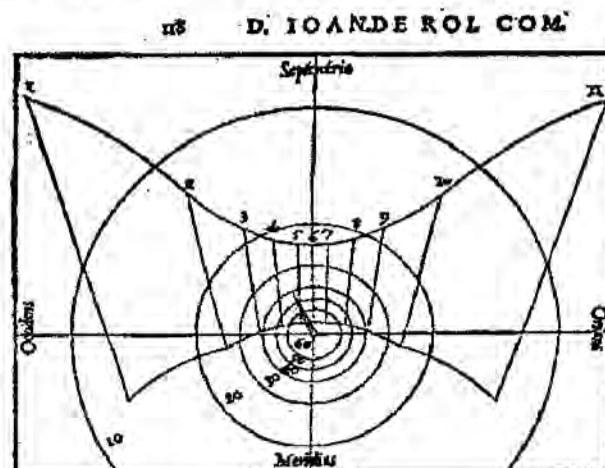
"...Et aya en so longura XII partes de las partes de la regla..." (16)

Existe otro punto de coincidencia en el trazado de las líneas horarias; por un lado, Rojas las traza marcando una serie de puntos, asimismo en el capítulo X del manuscrito se puede leer:

"De cómo se deven sacar en la piedra los puntos de las sombras de las horas de la cabeza de capricornio et de cancer"



Nuestro palentino traza las horas temporales conjuntamente con los círculos de altura, varios siglos antes, en los libros que estamos comentando, se representa el reloj horizontal con el trazado de los círculos de altura en intervalos de cinco grados, Juan de Rojas los traza cada diez grados



Y para terminar quisiera llamar la atención sobre el trazado de las curvas zodiacales que representan los

solsticios de verano e invierno y que en nuestras latitudes, dicha curva es una cónica de tipo hipérbola.

Al comparar ambos trazados que corresponden al movimiento solar del 22 de junio y del 22 de diciembre, comprobamos que el trazado alfonsí se aproxima mejor a la hipérbola, ya que en el tratado del astrolabio de Rojas la curva zodiacal del solsticio de verano se asemeja a un arco lobulado, en cambio la de invierno presenta una forma sinusoidal.

Deseo terminar este artículo con la opinión de un famoso geógrafo francés de finales del siglo XIX, que resume la categoría del matemático español:

"... Juan de Rojas, que era castellano manifestó su habilidad en Geometría en su nuevo planisferio: es una proyección de la esfera sobre un plano que ha conservado su nombre y que tiene ventajas sobre el de Tolomeo... Escribió un tratado muy ingenioso sobre una proyección particular de la esfera ..." (17)

BIBLIOGRAFÍA:

- (1) PICATOSTE y RODRIGUEZ F. Apuntes para una Biblioteca científica española del siglo XVI. Madrid 1891 pg 274
- (2) VAN CLEEMPOEL K. *La producción de instrumentos científicos en Lovaina en el siglo XVI*. Instrumentos científicos del siglo XVI. Madrid 1998 pg 88
- (3) GARCIA FRANCO S. Catálogo crítico de astrolabios existentes en España. Madrid 1945 pg 26

- (4) MADDISON F. *Hugo Helt and the Rojas astrolabe projection*. Agrupamento de Estudos de Cartografia Antiga. Coimbra 1966. Volumen XII pg 43.
- (5) SANCHEZ F. Declaración y uso del reloj español, entretecido en las armas de la muy antigua y esclarecida casa de Rojas, con el mismo Relox, agora nuevamente compuesto por Hugo Helt Frisio. Salamanca 1549.
- (6) ROJAS SARMIENTO J. *Commentariorum in astrolabium, quod Planisphaerium vocant*. Paris 1550 prefacio libro VI.
- (7) FERNANDEZ NAVARRETE M. *Disertación sobre la Historia de la Náutica y de la Ciencia Matemática*. Madrid 1846 pg 201
- (8) ROJAS SARMIENTO J. Id. obra anterior pgs 45, 54 a 62.
- (9) GALLUCCI G. P. *Della fabrica et uso di diversi stromenti di Astronomia et Cosmografia*. Venezia 1598 fº 64r.
- (10) GALLUCCI G. P. Id. obra anterior fº 72v.
- (11) D'HOLLANDER R. L. *Astrolabe: histoire, théorie et pratique*. Paris 1999 pgs 263-272.
- (12) VERNET J. *Instrumentos astronómicos*. Coloquio sobre la Historia de la ciencia Hispano-Americana. Madrid 1976 pg 207.
- (13) Libros del saber de Astronomia mss. fº 178r, 178v.
- (14) ROJAS SARMIENTO J. Id. obra anterior pg 108.
- (15) Libros del saber de Astronomia mss. fº 179v.
- (16) Libros del saber de Astronomia mss. fº 182r
- (17) D'AVEZAC M. *Coup d'oeil, sur la projection des Cartes de geographie*. Paris 1863 pg 580.

C.E. ESTEVE

Octubre 2002

NOTA DE LA REDACCIÓN:

El autor del presente artículo, C.E. Esteve, indica y demuestra que el famoso astrolabio de Rojas, que empleaba la proyección ortográfica se deriva directamente del que aparece en los "Libros del Saber de Astronomía" de Alfonso X el Sabio, donde ya figuraba la proyección ortográfica de la esfera celeste sobre el plano de los coluros

Sobre Juan de Rojas y su astrolabio M.M. Valdés ha publicado en Analema 28 dos artículos titulados respectivamente "El Astrolabio de Rojas y la Acafea de Azarquiel" y "El Relox Español de Hugo Helt" y posteriormente en Analema 32 un tercer artículo denominado "Antecedentes del Astrolabio de Rojas", en el que también se refiere al dorso del astrolabio universal descrito en los "Libros del Saber de Astronomía", de Alfonso X. Concretamente cita al antes mencionado cosmógrafo Ignacio Danti, que escribió *...tasse la maggior parte del suo Planisferio da gl'Areabi massimamente di un libro d'instrumenti que le Aphonso re di Spagna d'arabe e caldeo traduce in castigliana lingua*

Es conocido que, como indica Danti, la proyección ortográfica ya se utilizaba en la Acafea de Azarquiel, quien escribió un libro de instrucciones para su uso que fue traducido dos veces del árabe en romance, la primera vez por el maestre Fernando de Toledo, *...por mandado del mui noble Rei don Alphonso en el anno quarto que el regno*

Mas no debió quedar muy satisfecho el sabio D. Alfonso con la primera traslación al romance, ya que: *E después mandolo trasladar otra vez en Burgos meior e mas complidamente a maestre Berlandod el Arauigo et a don Abraham su alfaquí en el XXVI anno de su regno (127)*

Y finalmente, como se indica en este artículo, fue de nuevo adoptado y traducido -esta vez al latín- por Juan de Rojas, y su amigo y colaborador, el frisio Hugo Helt



Armas de los Rojas

ML □

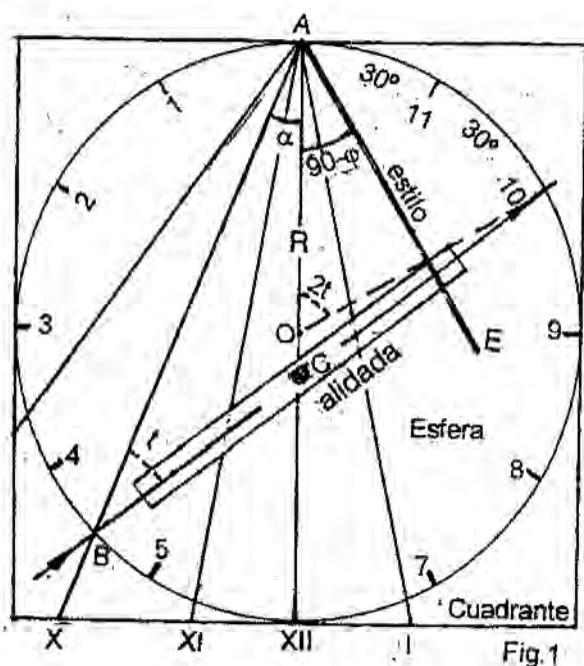
En este artículo L. Hidalgo explica la construcción de un reloj vertical que denomina "curioso" y efectivamente lo es en ambos sentidos: "Que excita curiosidad" y "Limpio y aseado" (según el Diccionario). Si quieren satisfacer su curiosidad, sigan leyendo: ML

UN CURIOSO CUADRANTE VERTICAL

L. HIDALGO

Hace tiempo publicamos en el N°7 de nuestro boletín Analéma un artículo con el título "Un intrigante reloj" y después la correspondiente justificación en el N°29 del mismo boletín sobre el tema de "Relojes proyectivos". Se trataba entonces de un cuadrante vertical ortomeridiano usando la proyección de un cuadrante Foster-Lambert sobre dicho plano, cuya ventaja fundamental consiste en poder convertir la hora local en la correspondiente hora oficial.

Esto nos hizo pensar en el diseño de otro cuadrante vertical ortomeridiano que permitiera la lectura directa de la hora oficial, partiendo de la base de un cuadrante vertical clásico, es decir, los que estamos acostumbrados a ver en las fachadas de los edificios, con sus líneas horarias y su estilo polar, al cual se le puede agregar un simple artificio que permita mostrar no solamente la hora solar verdadera sino también la hora oficial correspondiente.



La figura 1 representa la superposición de los dos relojes para apreciar la similitud entre ambos. El nuevo reloj carece de líneas horarias y las marcas de horas están grabadas sobre una corona circular separadas 30° entre sí. Esto nos permitiría aprovechar la esfera de un reloj mecánico, aunque el sentido creciente de las horas es contrario a las marcas del reloj mecánico.

Justificación

Supongamos una primera fase del diseño de un reloj que marque solamente las horas solares verdaderas.

Según se aprecia en la anterior figura 1, el círculo de la esfera del nuevo reloj tiene como centro el punto O

y una alidada puede girar alrededor de un pivote C, en la vertical de O.

La varilla del estilo E formará un ángulo de $(90^\circ - \varphi)$ con la vertical. Proyectará una sombra sobre el cuadrante convencional sobre la línea horaria de las X horas a la hora en que $t = 2 \cdot 15$ grados

El valor del ángulo α que la sombra forma con la vertical en un reloj convencional, según sabemos, vale: $\text{tg } \alpha = \cos \varphi \cdot \text{tg } t$.

La cuerda AB valdrá: $AB = 2 \cdot R \cdot \cos \alpha$, siendo R el radio del círculo.

Interesa conocer la distancia AC, al centro C de giro de la alidada.

En el triángulo ABC, el ángulo en C vale: $180 - (\alpha + t)$ y por la relación de los senos se tiene:

$$AC / \sin t = AB / \sin 180 - (\alpha + t)$$

luego $AC = AB \cdot \sin t / \sin (\alpha + t)$

y sustituyendo AB por su valor se obtiene que:

$$AC = 2R \cdot \cos \alpha \cdot \sin t / (\sin \alpha \cdot \cos t + \cos \alpha \cdot \sin t)$$

dividiendo por $(\cos \alpha \cdot \sin t)$, se tiene que:

$$AC = 2R / (\text{tg } \alpha / \text{tg } t + 1)$$

como hemos visto que $\text{tg } \alpha = \cos \varphi \cdot \text{tg } t$, el valor será:

$$AC = 2R / (\cos \varphi + 1)$$

Lo que significa que la distancia al punto C, depende sólo de la latitud.

Encontrado este punto sobre la vertical del cuadrante observamos que las cuerdas AB y la prolongación de BC subtenden el mismo arco del círculo, cuyo ángulo en el centro O valdrá: $2t$

Con este simple artificio se consigue que las horas de un cuadrante vertical convencional de separación desigual se convierten en horas homogéneas, separadas 30°.

Si solamente se desea conocer la hora solar verdadera el diseño estaría terminado. Su funcionamiento es evidente. Colocando la cola de la alidada sobre el punto B del círculo que toca la sombra, su flecha indicará la hora. En este caso sólo es preciso girar la alidada.

Aprovechando que las marcas de las horas en el círculo son equidistantes, se pueden añadir una corrección a la hora solar para obtener la hora oficial. Esta incremento es la suma algebraica del adelanto legal de 1 hora en invierno (2 en verano) más el intervalo por diferencia por longitud más el valor de la ecuación del tiempo. Veamos un ejemplo para Madrid el día 12 de Agosto: $2^h + 15^m + 5^m = 2^h 20^m$. La hora oficial del paso del Sol por el meridiano será $14^h 20^m$.

Estos valores se pueden acumular mediante el giro de la esfera, según veremos.

Para poder mover sin limitaciones, tanto la esfera como la alidada, hay que realizar una segunda fase del diseño.

Ofrecemos una solución que consiste en introducir una pieza intermedia P que sirva de conexión entre los dos agujeros O y C, según se muestra en la figura 2. La pieza P quedará fija a la base, o soporte, del reloj mediante un tornillo pasante dejando espacio entre ambas por medio de un manguito o bien unas arandelas. Sobre el manguito puede alojarse la placa circular de la esfera comprimida entre dos arandelas de fieltro, de forma que pueda girar con alguna fricción pero permita realizar los ajustes.

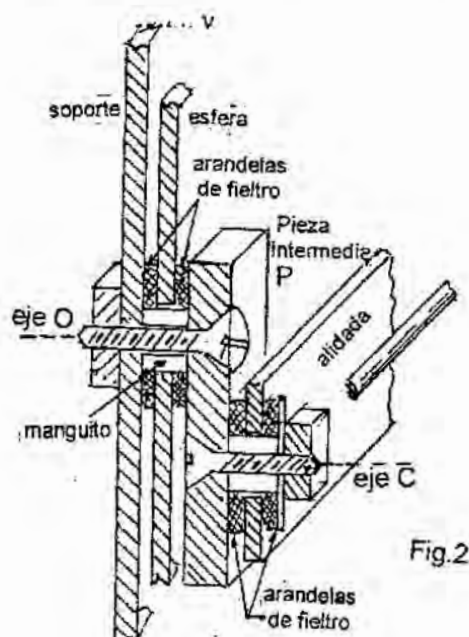


Fig. 2

De forma semejante el eje C de la alidada se fija también a la pieza P mediante otro tornillo pasante que permitirá girar de forma suave debido a sus dos arandelas de fieltro.

Así, la esfera y la alidada pueden girar sin rozar.

También hay que modificar el estilo para que pueda sujetarse sin que impida el movimiento de la alidada. Esto se consigue con facilidad haciendo un doblé en la varilla, según se puede ver en la figura 3.

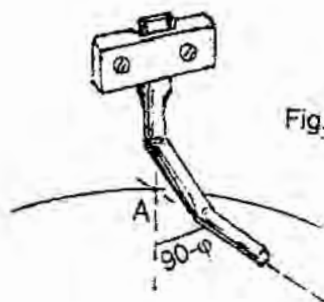


Fig. 3

Para poder añadir el valor de la ecuación de tiempo se debe incorporar una escala en la parte inferior, con marcas de referencia de los meses del año, según muestra la figura 4.

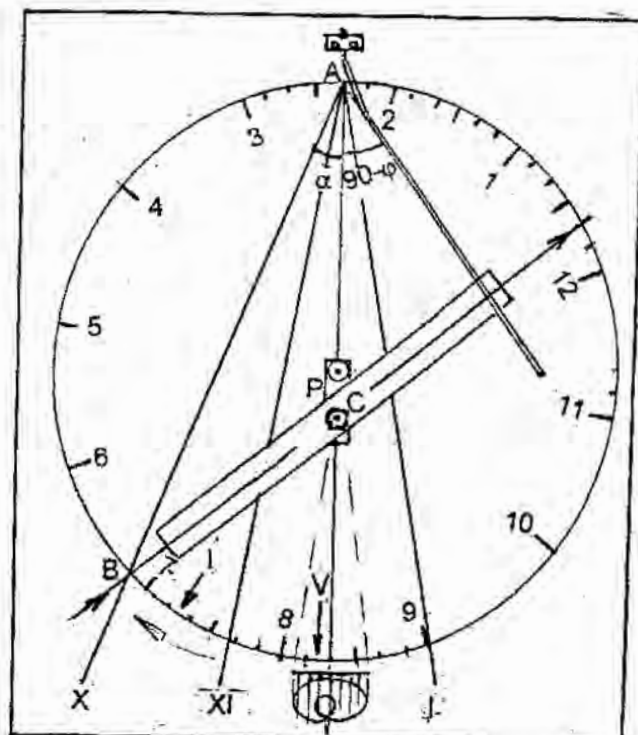
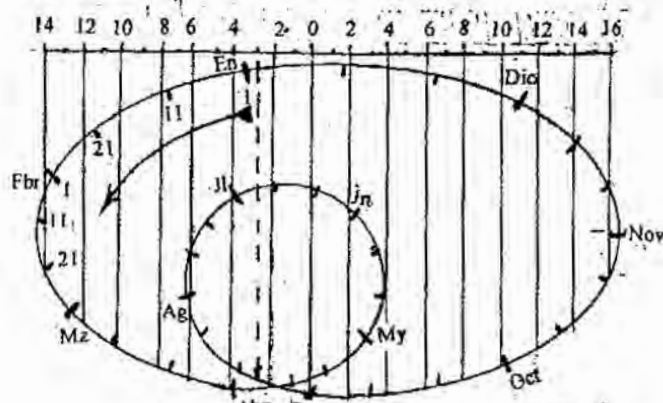


Fig. 4

El incremento del adelanto legal de 1 hora (2 en verano) más el intervalo debido a la diferencia de longitud entre el meridiano 0 y el del lugar se debe marcar con dos flechas en la esfera. La de invierno I a una distancia de 1 hora y 15 minutos para el ejemplo de Madrid y la de verano V con 1 hora más. De forma que apuntando con ella sobre la escala de la ecuación de tiempo quedará la esfera con un desplazamiento correspondiente al incremento que hay que añadir a la hora solar para obtener la hora oficial.

Con esta disposición, si la sombra del estilo cae sobre la marca de la hora X, al colocar la alidada según se muestra en la figura, su flecha indicará la hora oficial de las 12 horas y 20 minutos.



Valores de la ecuación del tiempo Fig. 5

En la figura 5 se presenta, más, ampliada la gráfica de la ecuación de tiempo en forma de bucle cerrado que se ha de grabar en la parte inferior del reloj.

En 1920 la Revista de Obras Públicas publicó la conferencia que pronunció en el local de la Asociación de Ingenieros Industriales de Barcelona uno de sus miembros, para describir un reloj de sol portátil, „Hacia pocos años que se había implantado en España el tiempo medio referido al meridiano de Greenwich y aún menos del adelanto de una hora en el verano. El orador hizo referencia a estos puntos al presentar su diseño de un reloj de altura. En este artículo se da noticia de tan interesante reloj.

MMV.

NIHIL NOVUM.... UN RELOJ DE SOL PORTÁTIL

Manuel M^a Valdés

Gracias a la amabilidad de Fernando Sáenz Ridruejo he encontrado la descripción de un reloj de sol portátil en la Revista de Obras Públicas del año 1920 Tomo I páginas 91- 94.

El autor es el Ingeniero Industrial Higinio Negra Vivé que presentó este reloj en una conferencia dictada en el local de la Asociación de Ingenieros Industriales de Barcelona.

Se trata de un reloj de sol de altura que lleva grabadas las distintas alturas del sol (tres líneas en cada mes) calculadas para las distintas declinaciones a lo largo del año.

Todas las líneas coinciden en el punto de proyección del extremo del gnomon vertical. Para la lectura de la hora basta girar el aparato hasta que la sombra del gnomon caiga en la línea correspondiente a la fecha señalando en ella la hora.

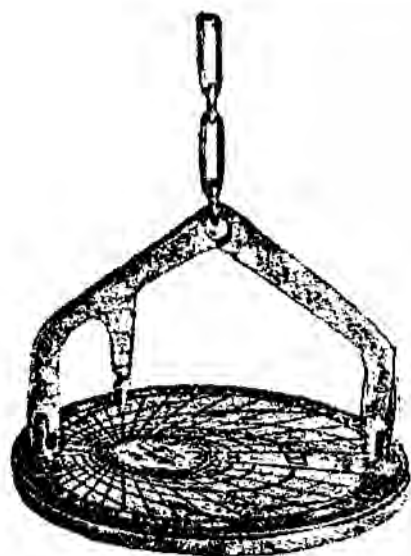


Fig. 8.ª

La conferencia consta de los siguientes capítulos:

- I La hora solar y el tiempo medio
- II Teoría del cilindro eclíptico
- III Relojes portátiles
- IV descripción del reloj



Fig. 6.ª

Esfera (tamaño natural).

Higinio Negra Vivé dedicó el principio de su conferencia a recordar los principios del movimiento relativo de la Tierra y el Sol mediante dibujos muy intuitivos y precisos.

Destacó que su diseño no necesita apoyarse en la orientación de la brújula ni en la horizontalidad del reloj que se consigue automáticamente al suspenderlo de una articulación.

La modestia del conferenciante, que comenzó su conferencia con las palabras siguientes, le lleva a calificar a este reloj de "curiosidad o juguete científico"

"...Es pues, un entretenimiento estudiantil; y sin pretensiones de más, lo presento a vuestra atención, que agradezco en lo que vale.."

En mi opinión se trata de una muestra más del interés que los relojes de sol han despertado siempre. Muestra de indudable valor gnomónico, pues, si el principio de hallar la hora mediante la altura del Sol se puede encontrar en los principios de la gnomónica, su materialización en este reloj es muy ingeniosa y merece la pena ponerla en conocimiento de los lectores de Analema.

No quiero terminar sin destacar el agradecimiento del autor a la atención de los oyentes, circunstancia tan poco frecuente en los conferenciantes actuales

M-M Valdés ☐

NOTAS Y COMENTARIOS

1. NOTICIAS SOBRE INTERNET

Nuestro hiperactivo asociado A.J. Cañones Aguilar nos envía una nota sobre algunas páginas web en español que tratan de Relojes de Sol, y que con gran satisfacción publicamos seguidamente:

" Las tres mejores páginas web en Internet que tratan sobre Relojes de Sol de España, y en español, se han unido con enlaces de unas a otras con el fin de que cualquiera que busque información sobre este tema lo encuentre rápida y fácilmente.

Las páginas en cuestión son:

- <http://www.astrored.net/bermisol> creada por Joan Serra Busquet y especializada en los Relojes de Sol de Palma de Mallorca. También está formando un registro con todos los aficionados a la gnomónica. Además publica, trimestralmente la revista digital "Carpe Diem".

- <http://inicia.es/de/RELOJANDALUSI> creada por Esteban Martínez Almirón de Córdoba. Especializada en los relojes de Sol andalusíes y de Andalucía en general. Página muy amplia y completa y que también contiene información sobre otros relojes de interés ajenos a Andalucía.

- <http://webs.ono.com/andana> creada por Antonio J. Cañones Aguilar y especializada en los Relojes de Sol de la Región de Murcia. Cuenta con el apartado de "La Página de mis amigos" donde figuran fotografías de los Relojes de Sol que le envían sus visitantes de cualquier parte del mundo. Mensualmente publica "El cañonazo del mes" donde aparece cualquier clase de información gnomónica que el autor de la página considera de interés.

Estas tres páginas son muy vivas pues se actualizan continuamente y mantienen una estrecha relación con los visitantes que lo deseen dándoles los servicios que figuran en las mismas.

También los autores de estas webs han suscrito la siguiente DECLARACIÓN :

Declaración virtual del Mediterráneo

Reunidos en sesión virtual, los autores de las páginas de Gnomónica, Carpe Diem, Reloj Andalusi y Relojes de la Región de Murcia hemos decidido establecer una más directa colaboración entre ambos, aunando esfuerzos e, independientemente de nuestra propia línea editorial, coordinamos en la oferta de servicios.

Un primer paso en tal sentido ha sido el intercambio de "banners" en nuestras respectivas páginas, contribuyendo así a un afianzamiento de las relaciones entre el mundo virtual gnomónico en castellano.

Invitamos a sumarse a esta iniciativa a cuantas personas lo deseen, debiendo cumplir los siguientes requisitos:

- Ser el titular de una página web personal, no de organizaciones o asociaciones.
- Ofrecer exclusivamente en ella contenido de carácter gnomónico.
- Que no se ofrezcan servicios "comerciales" en el sentido estricto.
- Que se ofrezcan en castellano, pudiéndose compatibilizar con el empleo de otras lenguas históricamente relacionadas con ella "

SEPTIEMBRE DE 2002



J. A. CAÑONES

2. MÁS SOBRE PÁGINAS WEB

J.A. Pérez Serrada, también asociado activo y diligente, tuvo la amabilidad de remitirnos en Junio del presente año una tentativa de página web de nuestra Asociación, para su estudio y adopción o modificación



Esta página ha sido presentada a los webistas más acérrimos de la Junta, que todavía no han decidido sobre la propuesta, aunque están de acuerdo en que la Asociación necesita su propio sitio en la Red.

Está claro que sus CPU no funcionan a 2,6 GHz.

Agradecemos a este asociado su interés por vernos bien representados en el mundo de los telebitios, pues en un futuro inmediato y ya en la actualidad, quien no esté en la Red, sencillamente, no existe.

No podemos menos de recordar a nuestro P. Dantillo, que nos comentaría *Primum vivere, deinde Webere,...*

3. ALGUNAS DIGRESIONES SOBRE LA "WEB"

Confiesa el editor de este Boletín que se ha visto sorprendido con la irrupción e intromisión en el antiguo y venerable lenguaje de la gnomónica de una nueva jerga internacional (más bien jerigonza), formada por los numerosísimos términos usados en Informática. Concretándonos a los vocablos que aparecen en las dos Notas precedentes nos proponemos generalizar los significados de algunas palabras, pronunciadas en castellano pero que provienen de acrósticos o abreviaturas expresadas en lengua inglesa.

Siguiendo al ilustre académico ingeniero y escritor D. José Echegaray que se propuso, y consiguió, adaptar los nombres españoles de las unidades eléctricas y físicas: *Voltio, Watio, Hertzio, Julio, Ohmio, Culombio*, etc. mediante adecuación fonética y la terminación "io", el "bit" debería denominarse *bitio*, y los "bytes", *baytes* o *baitos*. O en caso contrario, como diría el descarado P. Dantillo:

Los bitios serán bits, cuando mis Tíos sean mis Tis

Si aceptamos "Web" (Telaraña), creo que se debería también aceptar, alegremente y sin remilgos:

Webas: o **Webes**:- plural de Web
Webear: Utilizar las Webas
Webero: Persona que utiliza o configura la Web
Webista: Sinónimo de webero, pero más distinguido
Webedicto: Adicto patológicamente a las Webas
Weboso: Quien utiliza la Web de forma repulsiva
Webetear: Hacer uso chapucero de la Web
Webetero: Quien no usa la Web adecuadamente
Webático: Propio de la Red o adecuado a la misma
Webismo: Expresión idiomática propia de la Web
Webita: Pequeña red, o Red Local

Obviamente Web deberá escribirse siempre con mayúscula, pues, WWW es Omnipresente, Omnímoda y Omnisciente – y dentro de poco – será también Omnívora.

---EDITOR

4. VINO y RELOJES DE SOL

Para conocer la ruta del vino en la comarca del Priorato es necesario recorrer, sin prisas, las sinuosas carreteras que permiten descubrir sus diferentes poblaciones, rodeados siempre por una naturaleza peculiar y disfrutando de singulares vistas panorámicas.

En el centro de la comarca se halla Porrera (598 habitantes, 41° 11' 24" N. 0° 51' 20" E, altura 316 m.), que, en su núcleo urbano, muestra un conjunto de 14 relojes de sol.

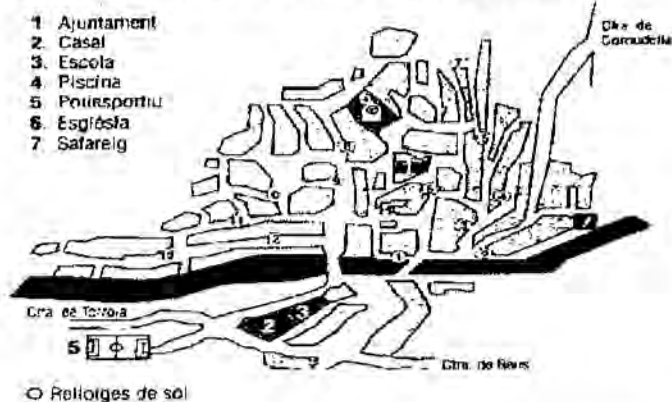
La mayor parte se pueden fechar en el siglo XIX y entre ellos se cuenta un vertical declinante considerado como uno de los de mayor tamaño de toda Cataluña.

En sus viñedos, las variedades Garnacha y Cariñena proporcionan caldos de color intenso y suaves al paladar que, después de su envejecimiento, resultan magníficos para su degustación.

Recomendamos a los amigos de los relojes de sol una visita a la zona y una prudente cata de los productos locales, para evitar ver 28 relojes de sol en lugar de los 14 que realmente existen.

El siguiente plano de Porrera, con la indicación de la situación de los relojes de sol ha sido tomado de un folleto patrocinado por las autoridades locales

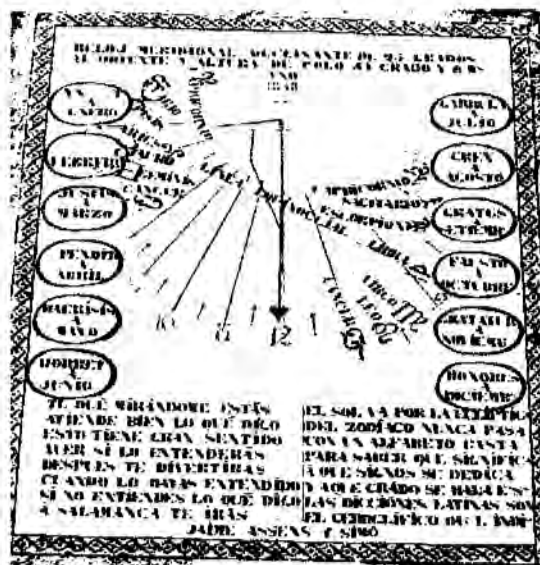
RELOJES DE SOL DEL NÚCLEO URBANO



LLISTAT RELLOTGES DE SOL DEL NUCLI URBA

1. CAL ROS
Vertical declinant. Pintura sobre arrebossat.
2. PLAÇA DE LA GUINEU. s. XIX (Reformat anys 1970)
Vertical declinant (Oest). Pintura sobre arrebossat.
3. COOPERATIVA. s. XIX.
Vertical declinant. Pintura al fresc sobre arrebossat de calç.
4. BARRANQUILL. s. XIX.
Vertical declinant. Mixta al fresc i temps, sobre arrebossat de calç.
5. CA LES VIUDES. s. XIX.
Vertical declinant sobre pedra. Gravat.
6. CA L'AMORÓS. s. XIX.
Vertical declinant. Pintura sobre arrebossat de calç.
7. LEN CASTELL. 1990.
Revelació. Pintura sobre arrebossat.
8. CAL PLA. s. XIX.
Vertical declinant. Pintura sobre arrebossat de calç.
9. CARRER VILANOVA. s. XIX.
Vertical declinant. Pintura sobre arrebossat de calç.
10. CAL PEIRI. 1909.
Vertical declinant. Pintura sobre sobrearrebossat de calç.
11. CAL VALVÍ. s. XIX.
Vertical declinant. Pintura sobre sobrearrebossat de calç.
12. CAL RABASCALL. s. XIX.
Vertical declinant. Pintura sobre sobrearrebossat de calç.
13. SERRALLO.
Vertical declinant. Pintura sobre sobrearrebossat de calç.
14. EL PORTAL.
Considerat un dels rellotges verticals declinants més grans de Catalunya.
Tècnica mixta al fresc i temps sobre sobrearrebossat de calç.

A continuació se reproduce uno de los relojes, el ejemplar nº 14, cuyo autor fue Jaime Assens y Simó.



Reloj de "El Portal", en Porrera

Como curiosidad se indica que este reloj además de ser uno de los más grandes declinantes de Cataluña, lleva inscritas unas leyendas que transcribimos literalmente:

TU QUE MIRÁNDOME ESTAS / ATIENDE BIEN LO QUE DIGO
ESTO TIENE GRAN SENTIDO / A VER SI LO ENTENDERÁS
DESPUÉS TE DIVERTIRÁS / CUANDO LO HAYAS ENTENDIDO
SI NO ENTIENDES LO QUE DIGO / A SALAMANCA TE IRÁS
EL SOL VA POR LA ECLÍPTICA / DEL ZODIACO NUNCA PASA
CON UN ALFABETO BASTA / PARA SABER QUE SIGNIFICA EL
SOL A QUE SIGNOS SE DEDICA / Y A QUE GRADOS SE HALLA EL
LAS DICCIONES LATINAS SON / EL GEROGLÍFICO QUE LO INDICA

JAIME ASSENS Y SIMÓ -

Las "dicciones latinas" que figuraban y perduran sobre los nombres de los meses del año son las siguientes:

Enero	YN—T—	Julio	GARRULA
Febrero	—	Agosto	GREX
Marzo	JUSTIS	Septiembre	GRATUS
Abril	—PENDITU—	Octubre	FAUSTO—
Mayo	HAERISIS	Noviembre	GRATATUR
Junio	HORRET	Diciembre	HONORES

Invitamos al lector a que descifre este logogrifo, para saber "a qué signos se dedica" el Sol, y "a qué grados se halla" y si no lo consigue: "A Salamanca se vaya"

JMA,MMV,ML

5. SOBRE EL LOGOGRIFO EXPUESTO "UT SUPRA"

No conocemos las circunstancias biográficas del ilustrado gnomonista Jaime Assens i Simó, excepto que el reloj que reseñado en el artículo anterior fue redactado en castellano y fechado en 1858; tiene por tanto casi ciento cincuenta años de antigüedad. Realmente es un reloj notable por sus dimensiones, por conocerse con exactitud su autor y fecha y por la abundancia de leyendas e inscripciones que ostenta su faz.

Atendiendo a la invitación expuesta en la nota anterior con respecto al logogrifo que se inserta, aclararemos a continuación el significado de los horrendos y macarrónicos versillos latinos constituidos por las "dicciones" que aparecen sobre las horas correspondientes.

Recordemos que el Rev. Padre Tomás Vicente Tosca empezó a publicar en 1707 un "Compendio Matemático en que se contienen todas las materias más principales de las Ciencias que tratan de la Cantidad". El noveno y último tomo fue publicado en 1715 y en él se trata de *Arquitectura Civil, Cantería y Reloxes* (Ver el artículo sobre el P.Tosca publicado por M. Guàrdia Arnal en el boletín "Analema 26"). En su Tratado XXVI Libro I.-De la *Gnomónica*. Página 13 figura una *Pro. X.- Problema* que a continuación se transcribe literalmente:

Hallar el grado de la eclíptica en que se halla el Sol en cualquier tiempo

El modo más preciso es por las tablas Astronómicas o por las Efemérides; pero si estas no se tuviesen a mano se hallará por la regla siguiente, que aunque pueda tener error de medio grado, es bastante para el presente instituto. Considérense los dos versos siguientes.

Inclita laus justis impneditur haeresis horret. Garrula grex, gratos, faustos gratatur honores

En ellos hay doce dicciones, correspondientes a los 12 meses del año. La primera a Enero, la segunda a Febrero &c. Ahora se ha de suponer que el Sol entra en Aries; en el mes de Marzo; en el mes de Abril entra en Tauro; y así los demás meses y signos por su orden. Esto supuesto, *para saber en qué día de cada mes entra en su signo*, tómese en los versos sobredichos la dicción correspondiente al mes, y véase que lugar tiene su primera letra en el Abecedario; y quitando el número 30 tantas veces como hay en el número de dicho lugar, el residuo será el día de aquel mes en que el Sol entra en su Signo.

Exemplo: El Sol entra en Escorpión en Octubre, cuya dicción es *faustos*, cuya primera letra F es la sexta en el Abecedario: quítense pues 6 de 30 y quedarán 24, y se sabrá que a 24 de Octubre entra el Sol en Escorpión, y así de los demás.

Para saber ahora en qué grado se halla el Sol cualquiera día, se añadirán a este día tantas unidades como hay en el lugar del Abecedario que tiene la primera letra de su dicción: si este número que resulta fuera mayor de 30, se quitarían 30, y el residuo serán los grados del signo propio de aquel mes en que se halla el Sol aquel día: si fuere menor que 30 será el número de grados en que se halla el Sol, pero del signo precedente; y si fuese justamente 30 será el día de ingreso del Sol en aquel Signo.

Exemplo 1. Pídesse en que grados se halla el Sol el día 2 de Julio. Acudo a los versos puestos arriba, y veo que la dicción correspondiente a Julio es *Garrula*, cuya primera letra G es la séptima en el Alfabeto: añado pues 7 a 2, y la suma 9 denota estar el Sol en 9 grados del signo de Cáncer, que es del mes precedente.

Exemplo 2. Pídesse en qué grado está el Sol en 25 de Diciembre. La dicción de este mes es *Honores* cuya primera letra H es la octava en el Alfabeto: añadiendo 8 a 25 resultan 33, quitando 30 quedan 3. Digo pues, que dicho día está el Sol en 3 grados de Capricornio, signo propio de Diciembre. Solo es de advertir que si el año fuere bisiesto, en pasando el día de S. Matías Apóstol se ha de añadir un grado más al que se hubiere hallado con el sobredicho artificio.

No tenemos conocimiento de donde obtuvo el atareado Padre Tosca la regla mnemotécnica expuesta en los versículos latinos antes expuestos, ni creemos que fuera perfeccionada por él mismo. Debíó ser muy conocida en su época como lo demuestra su aplicación en el reloj que comentamos 140 años después de la publicación de su libro, aunque ya como curiosidad o acertijo.

Rogamos a alguno de los eminentes y laboriosos gnomonistas del Priorato que han redactado el folleto en el que se describen los relojes solares que existen en Porrera, que comente y publique las características singulares de este "Reloj Meridional Declinante" como acertadamente fue denominado por su autor.

Y finalmente dediquemos un recuerdo a D. Jaime, quien se alegraría de que pasado un siglo de su muerte nos ocupásemos de aclarar su "GEROGLÍFICO", sin necesidad de cumplir su festiva admonición de "ir a Salamanca"...

ML y MMV

6. LITERATURA Y GNOMÓNICA

P. Dantillo solía remitirnos periódicamente algunas notas o artículos que denominaba, algo hiperbólicamente, "Literatura y Gnomónica". Esta colaboración ha cesado desde hace algún tiempo, pero algunos lectores de este Boletín nos siguen remitiendo notas o comentarios sobre temas análogos. A continuación insertamos tres notas referentes a relojes de sol:

P.D

La primera es de Quevedo en su obra satírica "La Fortuna con seso y la hora de todos"

....La Fortuna respondió:

--Lo que se ha de hacer, ¿de qué sirve dilatarlo? Hágase hoy. Sepamos qué hora es.

El Sol, jefe de relojeros, respondió:

--Hoy son veinte de junio, y la hora, las tres de la tarde y tres cuartos y diez minutos.

--Pues en dando las cuatro dijo la Fortuna: veréis lo que pasa en la tierra.

Y diciendo y haciendo, empezó a untar el eje de su rueda y encajar manijas, mudar clavos, enredar cuerdas, aflojar unas y estirar otras, cuando el Sol, dando un grito, dijo:

--Las cuatro son, ni más ni menos: que ahora acabo de dorar la cuarta sombra posmeridiana de las narices de los relojes de sol. En diciendo estas palabras, la Fortuna, como quien toca sinfonía, empezó a desatar su rueda.....

MMV

Knut Hamsun en su libro "PAN", narra las vacaciones de su protagonista el teniente Glahn, en Sirilund, un pueblecito noruego y cercano a Narvik. En una excursión que realiza, (Capítulo 6) dice el protagonista:

Durante todo el día marché en dirección Oeste y debo estar con media hora de diferencia respecto al reloj de sol, colocado a la entrada de mi cabaña

La latitud de Narvik es aproximadamente 68°N y por tanto la longitud de su paralelo es de $40.000 \times \cos 68^\circ = 15.000 \text{ Km}$. Supuesto que la media hora citada sea la distancia existente entre un posible reloj solar donde se encuentra el teniente Glahn y la de su cabaña, significaría un paseo de $15000 / 2 \times 24 = 300 \text{ Km}$., algo exagerado, aun para un joven militar, y además estando al lado del mar, difícilmente podría dirigirse en dirección Oeste. Dicho reloj debe ser una referencia como por ejemplo, un cruce de caminos o un campanario.

A de V.

Victor Hugo ("Toute la lyre")

*Un vieux disque de grès gisant me sert d'horloge.
La minute qui passe en ses cases se loge;
Avril y met ses fleurs de pourpre et de safran.
Autour de cette pierre obscure, le temps sombre
Marche et tourne, pensif, lié par un fil d'ombre
Au clou du noir cadran*

Aunque es muy difícil, o imposible traducir la poesía a otro idioma, conservando su sentido, ritmo e inspiración, se presenta su versión en castellano, atendiendo sola mente al significado de los versos: (más o menos)

Viejo disco de piedra, que de reloj me sirves
El minuto que pasa en tu interior se aloja
Abril pone sus flores, de púrpura y azafrán
Junto a esta piedra oscura, el tiempo se desploma
Corre y gira, retenido por un hilo de sombra
Al negro clavo del cuadrante

MMV

7. MÁS SOBRE RELOJES EQUIVALENTES

En Analema 32 se publicó un artículo de J. de la Calle titulado "Comentarios sobre relojes equivalentes", en el que se trataba del conocido método de dibujar un reloj declinante e inclinado buscando el lugar geográfico donde el plano horizontal, de ese lugar virtual, sea paralelo al plano del reloj, en el lugar real

Este artículo fue comentado, en el Boletín 33 por A. Pérez Serrada, quien recopiló las fórmulas generales para determinar los parámetros del reloj equivalente a otro oblicuo de cualquier orientación. A. de Vicente recopila a su vez algunas de las fórmulas que ha desarrollado en su método de "Gnomónica Vectorial", ya conocido por nuestros lectores, pues viene publicando sucesivos artículos sobre el mismo en nuestro Boletín.

A continuación insertamos su:

----- EJEMPLO DE RELOJES EN PLANOS PARALELOS -----

Dado un plano cualquiera $(A)_H$, situado en el punto geográfico H, hallar las coordenadas del plano $(A)_K$ paralelo al anterior y horizontal en el p. g. K

Los "c.t.p" de ambos p.g. respectivamente con los escalares

$$\alpha_h = 42,9^\circ; i_h = 20^\circ; \gamma_h = 130^\circ$$

$$\text{y } \alpha_k = \alpha_k; i_k = \gamma_k = 90^\circ$$

son los siguientes:

$$h_h = -\cos \alpha \cdot \cos \gamma = 0,4738$$

$$h_k = 0$$

$$j_h = -\cos \alpha \cdot \sin i \cdot \sin \gamma + \sin \alpha \cdot \cos i = 0,8307$$

$$j_k = \cos \alpha_k$$

$$c_h = -\sin \alpha \cdot \cos i \cdot \sin \gamma - \cos \alpha \cdot \sin i = -0,7384$$

$$c_k = -\cos \alpha_k$$

$$d_h = \cos i \cdot \cos \gamma = -0,607784$$

$$d_k = 0$$

$$f_h = -\cos \alpha \cdot \cos i \cdot \sin \gamma + \sin \alpha \cdot \sin i = -0,2922 \quad f_k = \sin \alpha_k$$

Aplicando la condición para que dos planos sean paralelos, (M.1.2) se tiene:

$$c_k = -d_h \sin \varphi_{hk} + c_h \cos \varphi_{hk}$$

$$d_k = d_h \cos \varphi_{hk} + c_h \sin \varphi_{hk} = 0;$$

$$\tan \varphi_{hk} = -d_h / c_h \quad \varphi_{hk} = -39,458^\circ$$

$$f_k = f_h = \sin \alpha_k; \alpha_k = -16,988^\circ$$

por último, el ángulo de la subestilar con el eje $Y_a H$ del plano $(A)_H$ está expresado por:

$$\tan \varphi_a = -h_h / j_h \quad \text{de donde } \varphi_a = -29,697^\circ$$

NOTA. Se toma en Gnomónica Vectorial, como símbolo de la latitud, la letra α ; y la φ , para representar el Angulo Horario (Angulo de rotación de Euler). La declinación viene dada por $\gamma_1 = \gamma - 90^\circ$ siendo γ la codeclinación.

ERRATA. En el Analema 35 página 23 la fórmula (M.1.2) debe decir:

$$(M.1.2) \quad \begin{aligned} c_k &= -d_h \sin \varphi_{hk} + c_h \cos \varphi_{hk} \\ d_k &= d_h \cos \varphi_{hk} + c_h \sin \varphi_{hk} \\ f_k &= f_h \end{aligned}$$

A de V.

□

“ MERINDIQUER ”

A. J. CAÑONES

¿A quien no le ha pasado alguna vez que ha ido a marcar la meridiana de un lugar y el cielo se le ha nublado o ha entrado viento, la plomada no ha dejado de moverse ni a tiros y ha tenido que volverse a casa tal y como llegó?. Para solucionar lo del nublado, todavía no he pensado nada pero para evitar el problema del viento, que no siempre se mitiga con el barreño de agua, puede resolverse con este instrumento que considero que es sencillo y original.

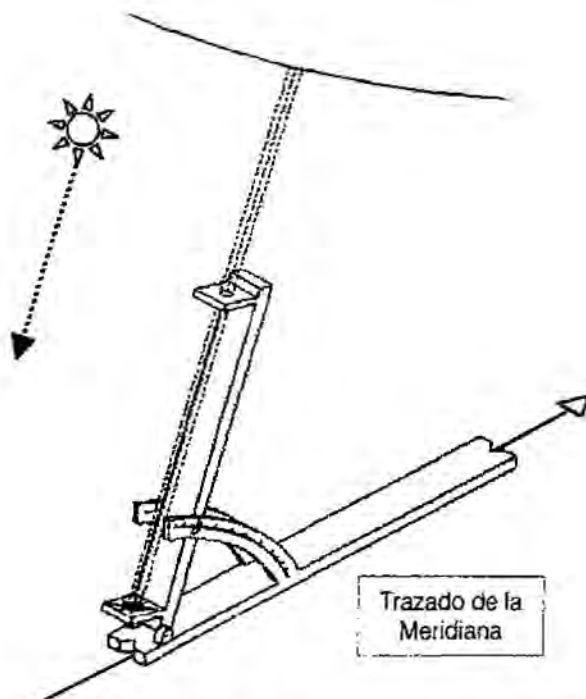
Digamos que es una versión mas de la infinidad de artilugios que hay para localizar la meridiana y podría considerarse como un “aparato” alternativo al sistema de localización de la meridiana con el método de la plomada, por lo que necesitaremos una superficie lisa y horizontal y conocer la hora del mediodía verdadero.

El instrumento está formado por dos piezas longitudinales unidas en un extremo por una bisagra. La pieza inferior lleva unas muescas en el centro de sus extremos y de ella sale un arco graduado de 10 a 80 grados y cajeado en su centro para permitir el paso de una palomilla para fijar la pieza superior.

La pieza superior va provista de una mira (pínula o alidada) con dos piezas perpendiculares, perforada la superior y marcada en su centro la inferior.

Una vez en el lugar en cuestión solo nos queda ir dirigiendo la mira al Sol e ir manteniéndolo enfilado hasta la hora del mediodía, momento en que se fijará definitivamente la pieza superior y podremos proceder a marcar los dos puntos con las muescas de la pieza inferior que nos indicarán línea meridiana.

También podemos ver en el arco graduado la altura del Sol en ese momento con lo que, conociendo su declinación por cualquier tabla o el Anuario Astronómico y restándosela a la cifra dada, obtendremos la latitud del lugar.



Podría mejorarse el instrumento añadiéndole un nivel de burbuja para su correcto posicionamiento.

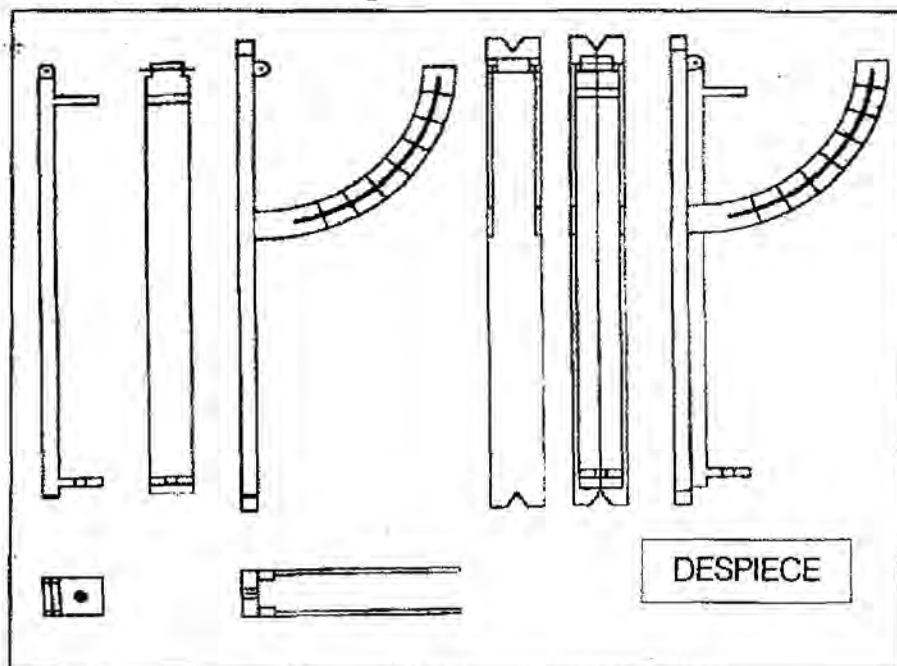
Creo que tiene dos grandes ventajas sobre el método de la plomada:

1. No dependemos del viento, ya que es un instrumento que no se ve afectado por los ligeros vientos o brisas que casi siempre existen, sobre todo en superficies despejadas
2. No tiene los inconvenientes de las plomadas en los días cercanos al Solsticio de Verano, en los que su sombra es bastante corta.

Lo he bautizado con el nombre de “Merindiquer”, composición entre las palabras “Meridiano” y “Buscar” (En latín *Inquiro - Inquirere*)

Agradeceré cualquier opinión a favor o en contra y cualquier posible mejora que se quiera aportar.

A.J. CAÑONES
Julio 2002



Mi dirección de correo electrónico es:
andana@ono.com.

EL RELOJ DE SOL DE CUENCAMÉ, EN MÉXICO

UN FOLLETO COMO MEDIO DE DISTRIBUCIÓN DE LOS RELOJES DE SOL

J. CARMELO MONTES Y M. A. VILLEGAS

INTRODUCCIÓN

La mayoría de las personas que observan un reloj de Sol, ignoran como funciona y no comprenden por qué indica una hora que no coincide con la de sus relojes de uso común.

Generalmente este desconocimiento ocasiona que los relojes de Sol sean considerados instrumentos primitivos o imprecisos, u objetos decorativos de parques o jardines. Más aún, frecuentemente pasan inadvertidos o son destruidos.

Los relojes de Sol y el uso convencional de la división del día en 24 horas iguales, fueron introducidos a México después de la llegada de los españoles. Los relojes de Sol eran construidos sobre todo en iglesias o monasterios y haciendas.

Tratando de que los relojes de Sol sean valorados y preservados como instrumentos científicos y piezas de arte, intentamos atraer la atención hacia ellos con un folleto informativo.

Este método es fácil de reproducir y distribuir, además de que permite incluir información suficiente sobre el reloj de Sol para un mejor entendimiento.

Preparamos un folleto acerca del reloj de Sol de Cuencamé. Cuencamé de Ceniceros, Durango, "Tierra de generales", es una pequeña ciudad del estado de Durango localizado al norte de México latitud 24 52'18" N, longitud 103 38' 06" W. Fue fundada en 1598 y tiene 8,400 habitantes aproximadamente. Está situada en un cruce de caminos que comunica Norte y Sur y las carreteras que conducen a los océanos Atlántico y Pacífico, por lo que tiene un flujo constante de viajeros. Conserva antiguas tradiciones y a su Iglesia acude frecuentemente gente de los alrededores para visitar al Cristo milagroso "El Señor de Mapimí", cuya leyenda es parte del encanto del lugar.

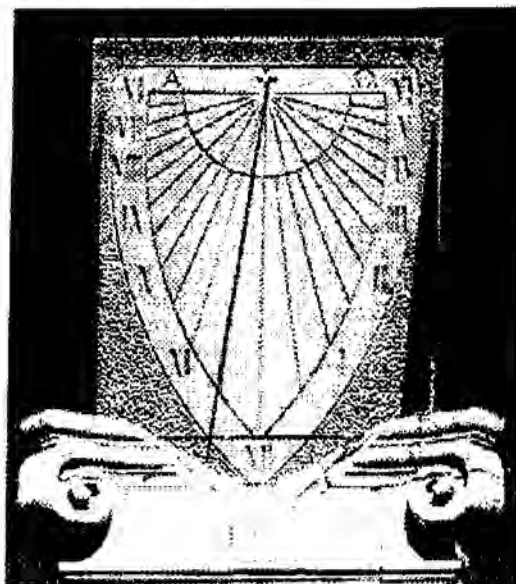
EL RELOJ DE SOL DE CUENCAMÉ

El reloj de Sol de Cuencamé fue construido en 1904 y fue diseñado por Francisco Vázquez de Mercado, y construido por el artesano Silvestre Aros.

Está colocado en una columna de cantera de 7 metros de alto, en el interior del atrio de la Iglesia de San Antonio de Padua en la esquina Noroeste. Ambos, el reloj y la columna de piedra están en perfectas condiciones.

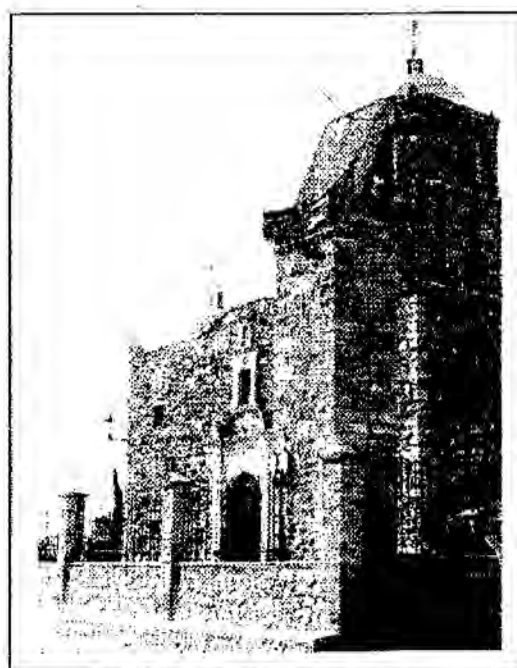
Dado el tamaño del reloj de Sol y su ubicación en la iglesia principal del centro de la ciudad, es difícil que pase inadvertido por los visitantes; sin embargo

la mayoría de la gente piensa que el reloj de Sol indica una hora equivocada.



RELOJ DE SOL

Este reloj de Sol es del tipo ecuatorial e indica únicamente la hora solar. Está labrado en una placa de cantera de aproximadamente 2 metros de alto, 1.20 de ancho y 12 cm de grosor. Ambas caras Norte y Sur, tienen el mismo diseño. Cada una tiene líneas horarias cada 30 minutos y las horas están indicadas con números romanos de 6 a.m. a 6 p.m. Sobre las líneas de las 6 a.m. y 6 p.m. están grabadas los símbolos de las letras Alfa y Omega y una cruz de Malta sobre el origen de las líneas.



IGLESIA DE S. ANTONIO DE PADUA

FOLLETO**Mensaje en la portada:**

El reloj de Sol de Cuencamé, además de ser un instrumento astronómico y científico que refleja el movimiento perpetuo del cosmos, es un patrimonio histórico que embellece nuestra ciudad.

Te invitamos a conocer su funcionamiento y explicarlo a tus amigos y visitantes

Incluye los siguientes aspectos:

- Localización geográfica de Cuencamé
- Entorno
- Ubicación en la ciudad.
- Tipo de reloj de Sol.
- Descripción de su diseño.
- Funcionamiento.
- Evolución del uso de la hora solar a la hora legal.
- Corrección por longitud de Cuencamé.
- Ecuación del tiempo: descripción y gráfica.
- Ejemplos de conversión de hora solar a hora legal para Cuencamé.
- Nombres de los autores, y una dirección electrónica para preguntas o comentarios.
- Fecha de realización: Mayo, 1999

El folleto termina con la siguiente reflexión:

*Reloj de Sol,
poesía, ciencia y encantamiento
...espejo mágico del cosmos.*

Algunas copias del folleto han sido enviadas al presidente municipal y al sacerdote de la iglesia, para su reproducción y distribución entre los habitantes y visitantes de Cuencamé, esperando motivar el interés de apreciar y preservar tan magnífica pieza de arte y ciencia que les ha sido heredada.

CONCLUSIÓN

Se encuentran en proceso de elaboración folletos para otros relojes de Sol, esperando que contribuyan al reconocimiento de los relojes de Sol como monumentos históricos y que sean valorados como instrumentos científicos importantes en la medición del tiempo, siempre útiles y confiables.

José C. Montes
Martha A. Villegas

Direcciones electrónicas de los autores:

josecmontes@hotmail.com
mvillegas@sensacd.com.mx

NOTA DE LA REDACCIÓN:

Nos complace publicar este interesante artículo donde se describe el notable reloj solar de grandes dimensiones que se encuentra en la Iglesia de San Antonio de Cuencamé, en Durango de México.

José Carmelo Montes es un activo y distinguido gnomonista mejicano, miembro de nuestra Asociación, que nos mantiene informados de los hallazgos e identificación de relojes solares en este país hermano. En su día nos remitió el magnífico libro publicado bajo los auspicios de la Universidad Autónoma Metropolitana: "Los Relojes de México" cuyo autor es el Prof. Eduardo Peña Garza, y del cual se recogió una reseña en "Analema 25".

Para información de nuestros lectores reproducimos una relación de algunos de los lugares donde se han localizado uno o varios relojes solares, tomada del mencionado libro:

Azcámbaro	Huamantla	Querétano
Churubusco	Huejotzingo	S. Luis de Potosí;
Ciudad de México	Jiutepec,;	Tepetzalan
Ciudad de Puebla	Mama	Tlalpujahua
Guanajuato	Morelia	Tlaxcala
Guadalajara	Oaxaca	Zacateca

Citamos también un importante reloj de sol en el convento franciscano de Itzamal, en Yucatán, fundado en 1553 por Diego de Landa, construido probablemente por el P. Torre en 1561.

Damos las gracias a los autores de este artículo, que deseamos inicie una más estrecha colaboración entre gnomonistas de habla hispana situados a ambos lados del Atlántico. A este respecto recordamos dos artículos sobre los relojes solares de las Misiones Jesuíticas del Paraguay que fueron publicados en los Boletines. 5 y 7 y los comentarios sobre un reloj en Santo Domingo (República Dominicana), también publicados en "Analema".

La determinación de la meridiana por el método de los círculos indios, y la declinación de un muro vertical han sido dos problemas que, análogamente a la trisección del ángulo y la duplicación del cubo, se han repetido desde la más remota antigüedad hasta nuestros días, aunque afortunadamente la declinación y la meridiana sí tienen solución, y de hecho se han propuesto medio centenar de soluciones por los más diversos tratadistas de Gnomónica. El autor de este artículo, MM. Valdés, habitual colaborador de nuestro Boletín y eminente gnomonista, retoma el problema de hallar la declinación y nos ofrece un nuevo y original método basado en una propiedad del reflejo de la luz de un foco puntual sobre un CD que actúa como rejilla de difracción. ML.

ORIENTACIÓN DE UN MURO VERTICAL MEDIANTE UN CD

MANUEL M^º VALDÉS

Declinación de un muro vertical

El problema de determinar la declinación de un muro vertical ha sido tratado en infinidad de artículos, tratados y libros. La mayor parte de los tratadistas de gnomónica se han ocupado de este tema, recuerdo el método de los tres puntos de sombra de Iginio el Gromático, la variante propugnada por Girard Desargues (1593-1662), los escritos de Clavio.....(todos ellos recogidos por A. Gunella en 1999).

Hoy sigue preocupando este tema, sobre todo en aquellos métodos que pueden poner en práctica personas no expertas en gnomónica, utilizando aparatos sencillos

La mayor parte de las veces, para hallar la declinación de un muro vertical se compara la orientación de una normal a su plano con el acimut del Sol.

Si se elige el instante en que el acimut es perpendicular al muro no es preciso medir el ángulo entre ambos, medida que constituye una fuente de errores más. Para hallar el instante en que el acimut del Sol es perpendicular al muro se suele utilizar la sombra de un gnomon perpendicular a la pared, observando el instante en que esta sombra es vertical.

Conocido el instante en que esto ocurre y mediante las fórmulas clásicas de la gnomónica, (conocidas la latitud y la declinación del Sol, así como el ángulo horario) se calcula el acimut (Z con origen en el N.) del Sol. Es necesario hallar el ángulo horario en que esto ocurre (ecuación del tiempo). Una de las varias ecuaciones que pueden utilizarse es:

$$\tan Z = \frac{\sin t}{\cos \varphi \tan \delta - \sin \varphi \cos t}$$

Naturalmente debemos esperar a que la sombra del gnomon sea vertical. En otro instante cualquiera hay que medir el ángulo formado por el acimut del Sol (no es fácil su materialización precisa sin utilizar aparatos complejos) y la normal a la pared.

En el apartado "Letters, Notes, Email, Internet..." del volumen 9 número 3 (septiembre de 2002) de

"The Compendium . Journal of the North American Sundial Society" Mike Shaw, John Carmichael, Peter Tandy, Dave Bell, Claude Hartman, Jim Tallman y Anselmo Serrada tratan de un procedimiento que permite hallar la declinación por un método que no requiere grandes conocimientos de gnomónica ni aparatos complicados.

Para determinar el instante en que el acimut del Sol es perpendicular al muro fijan a la pared un papel blanco con un espejo plano. Una plomada situada a unos treinta cm es el único elemento necesario. Cuando veamos la plomada, su sombra y su reflejo en el espejo en el mismo plano, el acimut es perpendicular a la pared. No puede ser más sencillo, aunque debemos esperar un día con poco viento.

En CADRAN-INFO nº 6 G. Labrosse "Mesure de la Declinación par un CS Horizontal" y T. Mazziotti "Relevé de la Declinación d'un Mur" se ocupan también de éste mismo problema.

Si vuelvo a tratar este tema es sólo para utilizar la propiedad de la difracción por reflexión de la luz en la retícula circular de los CD. (Compact Disk) Estos pequeños discos, que nos acompañan desde hace unos pocos años como fieles y cómodos auxiliares, tienen la propiedad de señalar una brillante traza luminosa cuando están iluminados por una fuente luminosa puntual. Si el disco está colocado horizontal, es iluminado por el Sol y nuestro ojo se sitúa exactamente en la vertical del centro del disco la raya luminosa coincide con el acimut del sol

Esta propiedad se puede utilizar en una hora cualquiera o esperando a que el Sol pase por el meridiano. Será preciso situar, en una superficie horizontal, una escuadra que señale una perpendicular a la pared y sobre ella un CD. Además se necesita un círculo graduado o una regla y una calculadora para poder medir ángulos.

En el primer caso es preciso calcular el acimut del Sol y medir el ángulo que este forma con la normal a la pared. En el segundo sólo es necesario materializar el acimut y medir el ángulo que forma con la normal a la pared.

Declinación medida a una hora cualquiera

Datos del lugar

$$\varphi = 40.450^\circ \text{ N.}$$

$$\lambda = 3.683^\circ \text{ W.}$$

fecha 26 noviembre 2002

hora 10^h 41^m 36^s

constantes del día

$$\delta = -20.956^\circ$$

$$\text{e. t.} -12^{\text{m}} 44^{\text{s}}$$

hora de paso por el meridiano

$$12^{\text{h}} 2^{\text{m}} 0^{\text{s}}$$

**Cálculo**

$$\text{ángulo horario } t = -12^{\text{h}} 2^{\text{m}} 0^{\text{s}} + 10^{\text{h}} 41^{\text{m}} 36^{\text{s}} = -1.340^{\text{h}} = -20.100^\circ$$

valor de Z de acuerdo con la ecuación del párrafo cuarto

$$\tan Z = \frac{\sin.(-20.100)}{\cos.40.450 * \tan.(-20.956) - \sin.40.450 * \cos.(-20.100)} = 0.381$$

$$Z = 180^\circ - 20.884^\circ = 159.116^\circ \text{ (aprox. } 159^\circ)$$

Medido el ángulo que forma el acimut del rayo de Sol con la normal a la pared (15°) se puede calcular la declinación de esta, que resulta

$$d = 180 - 159 - 15^\circ = 6^\circ$$

desde el S. al W.

Declinación calculada a la hora de paso del Sol por el meridiano

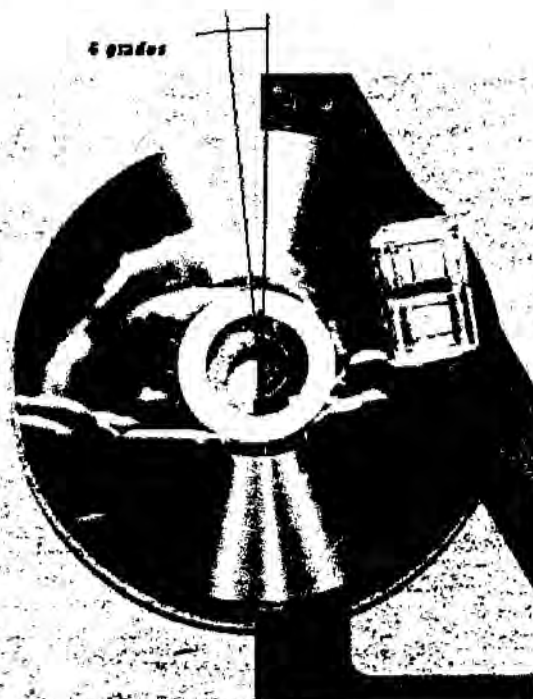
El día 1 de diciembre del año 2002 el Sol pasa por el meridiano del lugar a las

$$12^{\text{h}} 3^{\text{m}} 43^{\text{s}} \text{ (e.t. } -11^{\text{m}} 1^{\text{s}})$$

En ese momento fijamos la posición del acimut del rayo de sol y medimos el ángulo que forma con la perpendicular a la pared.

El valor del ángulo es de 6°, que coincide con el calculado por el procedimiento anterior.

No necesitamos ninguna operación matemática, una vez calculado el momento de paso del sol por el meridiano, pero necesitamos esperar al momento del paso del Sol por éste.



M.M.VALDÉS

Diciembre 2002.



En "Analema 32" apareció un artículo de J. Meléndez en el que se cuestionaba un posible error de J. Verne en su novela "La vuelta al Mundo en ochenta días". Este artículo ha sido analizado en números posteriores del Boletín. Eduard Farré, distinguido gnomonista catalán, hace aquí un nuevo y penetrante comentario de la novela poniendo en evidencia la intención y sutileza de J. Verne.

PRIMUS CIRCUMDEDISTI ME

EL DÍA QUE PERDIÓ ELCANO LO RECUPERÓ FOGG

EDUARD FARRÉ OLIVÉ

La novela "Le Tour du Monde en quatre-vingts jours" (1873) de Jules Verne es realmente apasionante y un homenaje al método y a la precisión, como también es alusiva a la diferencia de clases, al feminismo, al antagonismo secular entre Francia e Inglaterra y a la globalización geográfica mundial. Al margen de las peripecias de los protagonistas, la obra delata la creciente interrelación entre los transportes en el mundo moderno de finales del siglo XIX donde se empieza a dejar notar la dependencia de los horarios y la esclavitud del reloj.

En la novela, Julio Verne, muy intencionadamente, pone en las manos de los viajeros dos relojes: el del francés Passepartout que marcará durante todo el viaje la hora de Londres y el del inglés Fogg que se irá adecuando a las horas locales. Este sistema de doble horario es el que se empleaba a la sazón para determinar la longitud geográfica a bordo de los navíos y Verne nos lo recuerda en la conversación que mantienen Passepartout y el detective Fix en Suez:

- Sobre todo, debo poner atención en no perder el barco.
- Tiene usted tiempo - contestó Fix - no son mas que las doce.
- Picaporte sacó su gran reloj de bolsillo - ¿las doce? - replicó - ¡Son las nueve y cincuenta y dos minutos!
- Su reloj atrasa - dijo Fix.
- ¡Mi reloj! ¡Un reloj de familia que procede de mi bisabuelo! No varía ni cinco minutos al año. ¡Es un verdadero cronómetro!
- Ah! Ya veo en que consiste la diferencia, - indicó el policía - ha conservado usted la hora de Londres, que atrasa unas dos horas con la de Suez. Es preciso arreglar los relojes al meridiano de cada país.
- ¡Yo tocar mi reloj! - exclamó Passepartout - ¡Já-más!
- Entonces no marchará de acuerdo con el Sol,
- Peor para el Sol, caballero. Será él el que esté equivocado.

Sentadas las bases del juego, sabemos que el reloj de Passepartout es prácticamente perfecto: cinco minutos al año es una muy buena precisión digna, como él mismo dice, de un cronómetro de marina.

También sabemos que no lo cambiará de hora y que solamente coincidirá con la hora local en el meridiano

180 debido a la ambigüedad eterna entre las doce del mediodía y las doce de la noche, cosa que el tozudo Passepartout no podía ni siquiera plantearse.

También podemos deducir tras haber oído la última frase - *Peor para el Sol, caballero. Será él el que esté equivocado*, - que Passepartout será el mejor ayuda de cámara que Fogg podía haber encontrado o, en todo caso, la horma de su zapato.

Al mismo tiempo sabemos que Fogg va adecuando su reloj a las horas locales como no podía ser de otro modo, ya que sus rígidos horarios de salida y llegada de los transportes se establecen basándose en el día y hora del lugar de procedencia y destino.

El debate se centra en que estamos midiendo un mismo acontecimiento, un viaje de 79 días, con unidades diferentes. Efectivamente, en Londres transcurren 79 días entre la salida de Fogg y su llegada con cinco minutos de retraso (aquí no se los vamos a tener en cuenta) el viernes 20 de diciembre, cosa que también ocurre en el reloj de Passepartout pero que no puede percibir al no disponer de calendario y no haber llevado un cuaderno de bitácora como sí hace Fogg. En dicho cuaderno, Fogg anota día a día su viaje pero no lo hace utilizando los días de 24 horas como hacen sus colegas del *Reform Club*, sino días de 23 horas y 42 minutos de media, ya que va adelantando su reloj al paso por cada ciudad en la que puede tomar la hora.

Analizado aritméticamente, en Londres han transcurrido 79 días de 24 horas, es decir, 1896 horas que si dividimos por los 80 días contabilizados correctamente por Fogg nos da una duración media de sus días de 23,7 horas (23 h 42 m).

Hasta aquí la explicación lógica de la diferencia en días observada. Todavía no queda claro, sin embargo, la razón por la que Fogg no se entera del desfase hasta llegar a Londres. Aquí Verne se permite jugar con Fogg tanto como con el lector. Hasta llegar a San Francisco Verne da muchos detalles del día en el que se encuentra Fogg y sus acompañantes y nos distrae con sus peripecias horarias; de todas las informaciones que nos da, solamente nos interesa el día del mes y el día de la semana en el que se encuentra Fogg.

A partir de su llegada a San Francisco, Verne evita completamente cualquier alusión al día de la semana y de hechos como ceremonias religiosas que podrían delatar que Fogg ya no va de acuerdo con el día local. El problema estriba en un hecho clave: a su llegada a San Francisco, el capitán del *General Grant* debía haber avisado a sus pasajeros de la hora local y del día local

diferente del que se podía haber contabilizado a partir de su salida del Japón.

En 1872 no estaba establecida línea oficial del cambio de fecha pero ésta existía desde siempre y ocupaba, en general, todo el Océano Pacífico. En efecto, el día en el Japón y en toda la costa oeste de Pacífico dependía de las informaciones horarias llegadas ancestralmente desde occidente, mientras que en San Francisco y en toda la costa este del océano elaboraban su hora y su día a partir de las informaciones llegadas desde oriente (Europa) a partir de 1492; por lo tanto en el Pacífico ya se producía un desfase que más tarde o más temprano habría de quedar en evidencia y que se debería reglamentar con el establecimiento de un meridiano de cambio de fecha.

Para la tripulación del *General Grant*, así como para la de cualquier navío que efectuara regularmente la travesía del Pacífico, el hecho debía de ser común, aunque pudiera sorprender al eventual viajero.

Este fenómeno fue observado por primera vez en el primer viaje realizado alrededor del globo terráqueo. La expedición de Magallanes salió de Sanlúcar de Barrameda el 20 de septiembre de 1519 para dar la vuelta al mundo en dirección oeste, es decir en la dirección contraria a la de Fogg; habiendo muerto Magallanes durante el viaje, su sucesor Juan Sebastián Elcano llegó al puerto de salida el 6 de septiembre de 1522 y se hizo merecedor del honor PRIMUS CIRCUMDEDISTI ME (El primero que me ha rodeado) que le otorgó Carlos V en una inscripción grabada sobre un locuaz globo terráqueo.

Para casi todo el mundo en tierra, el viaje de Elcano había durado cerca de tres años, exactamente 1082 días; en cambio, para Pigafetta que era el cronista de a bordo, solamente habían transcurrido 1081 días; sin embargo, a diferencia de Fogg, Pigafetta se aperció de la diferencia nada más tocar un puerto en el que se empleaba el calendario occidental.

Después de cruzar el Pacífico, la expedición de Magallanes tuvo contacto con nativos de Borneo que acabaron con su vida y con la de más de la mitad de su tripulación y en las Molucas donde se llenó la nave *Victoria* de especias y se abandonó la maltrecha *Trinidad*; pero allí no se usaba el calendario occidental, así que no fue hasta el 9 de julio de 1522, al llegar a las islas de Cabo Verde, casi al final del viaje, que Pigafetta tuvo noticia del extraño fenómeno. Los hombres que habían bajado a tierra volvieron a bordo con la sorprendente noticia de que en la colonia portuguesa era jueves mientras que según los cálculos de a bordo era miércoles. Pigafetta se planteó la posibilidad de haber cometido un error, muy posible a lo largo de aquellos tres largos pero su cómputo también coincidía con el de Alvo, el piloto, que también estaba seguro que el cálculo de ambos era el correcto, y me permito señalar que en una sociedad marcada por los hábitos religiosos habría sido muy difícil errar en la cuenta semanal de los domingos.

Analizando aritméticamente, los 1082 días de 24 horas que habían transcurrido en Sevilla se habían convertido en

1081 días de 24,22 horas de media por el hacho del alargamiento del día al avanzar hacia el oeste.

Volvamos a Fogg; a partir de su llegada a San Francisco y suponiendo que no hubiera oído el comunicado horario del capitán del *General Grant*, en algún momento de su travesía por los Estados Unidos, tendría que haberse dado cuenta que su día no coincidía con el día local. El número es lo de menos, pero la fecha es muy importante ya que no zarpan los barcos hacia Europa cada día de la semana.

Veme sabe que es difícil no darse cuenta del día en el cual se vive, especialmente si se trata de un día de fiesta en una ciudad; así que, aparte de no mencionar para nada en qué día de la semana se encuentra Fogg, hace de manera que en los dos domingos que pasa entre San Francisco y Londres, Fogg se encuentre totalmente aislado de la sociedad; en el primer fin de semana Fogg viaja en un trineo de vela por las solitarias praderas heladas del centro de los Estados Unidos y en el segundo se encuentra en alta mar en el océano Atlántico a punto de tener que quemar las partes combustibles del navío para poder seguir avanzando hacia Inglaterra.

Aunque podamos atribuir el despiste inicial al desplazamiento en tren por una zona semi salvaje y a haber navegado en trineo a vela sin ningún contacto social, al llegar a Chicago y especialmente al perder el barco de Nueva York que debía de zarpar en un día concreto de la semana, queda claro que Veme está tomando el pelo a Fogg en beneficio de la tensión del discurso y de la sorpresa final que reserva al lector. Al modo de conclusión, personalmente no veo ninguna reivindicación de Veme por la línea del cambio de fecha que ya existía aunque fuese una franja sin delimitar exactamente; a este respecto solamente quedaba pendiente por determinar qué islas del Pacífico situadas alrededor del meridiano 180 quedarían a un lado u otro de la misma. Tampoco veo ningún error no deseado expresamente por Veme. Si hay, en cambio, una incongruencia enorme entre la precisión exagerada en el carácter, costumbres y horarios del inglés Fogg y el haber podido atravesar los Estados Unidos de costa a costa, el océano Atlántico y casi toda Inglaterra, desde Liverpool hasta Londres, teniendo un día entero de desfase (en número ¡y en fecha!) entre su cálculo y la realidad local.

Si un servidor tuviese que buscar un mensaje subliminal en la obra de Veme, seguramente esperaría encontrarlo en la pugna cultural secular entre franceses e ingleses (*passee-partout*, significa en francés que sirve para todo y *fog* es niebla en inglés) de los cuales permite reírse a sus anchas en esta novela y en un momento crucial en que el meridiano de Greenwich acababa de ser propuesto para ser el primer meridiano mundial (Primer Congreso Geográfico Internacional, Amberes 1871) en detrimento del meridiano de París.

Eduard Farré Olivé

Profesor de Relojería en la IES "la Mercé" de Barcelona

Julio 2002

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA:

MELÉNDEZ TERCERO, ROGELIO: *El despiste de Mr Fogg quizá en cierto modo de Julio Verne*. En "Analema" nº. 32, 2001, p. 9-11

MONTAÑÉS, LUIS: El "Lapsus" inexplicable de Phileas Fogg. En *La máquina de las horas*. 275-288; Madrid: Ed. Isla, 1975

MUÑOZ BOX, FERNANDO: Matizaciones a R. Meléndez sobre su artículo "El despiste de Mr Fogg". En "Analema" n. 34, 2002, p. 17-18

PIGAFETTA, ANTONIO: *Relazione del primo viaggio intorno al mondo*. Edición electrónica en www.liberliber.it

VERNE, JULES: *Le tour du monde en quatre-vingts jours*. Edición electrónica en www.promo.net/lpg

ZWEIG, STEFAN: *Conquistador de los mares. Magallanes*. En *Grandes vidas, grandes hechos*. P. 277-291. Selecciones del Reader's Digest. Madrid 1966

NOTA DE LA REDACCIÓN

En el Boletín "Analema 32", página 9, se publicó un artículo de Rogelio Menéndez Tercero titulado "El despiste de Mr Fogg, y quizá en cierto modo de Julio Verne", en el que se establecía la posibilidad de que en la famosa novela "La vuelta al mundo en 80 días" Julio Verne hubiese sufrido un "despiste" al hacer que Mr. Fogg adelantase un día en su cómputo de días transcurridos desde que salió de Londres hasta que regresó al *Reform Club* para ganar su sustanciosa apuesta.

Este artículo ha sido objeto de numerosos comentarios por nuestros lectores - de lo cual nos congratulamos- ya que fue comentado en el Boletín 33, página 24 en una nota de M.L. titulada "Sobre la Línea del cambio de fecha" en la que se aludía al viaje de circunnavegación de Sebastián Elcano y a la Conferencia Meridiana Internacional de 1884.

Asimismo en el Boletín 34, página 17, se publicó un comentario de F. Muñoz Box titulado: *Matizaciones a R Meléndez sobre su artículo "El despiste de Mr. Fogg"* en el que opinaba que no existía tal error, sino una poco correcta interpretación de R. Meléndez, ya que Verne quería precisamente resaltar el error de Phileas Fogg con algún propósito más que hacer emocionante la aventura y la apuesta del dandy inglés. Este comentario fue contestado con una réplica que figura en el Boletín 35, página 18, con el título *Nuevo comentario de R. Meléndez sobre su artículo "El error del Sr. Fogg"*, en el cual admitía que hay más de un modo de analizar este asunto.

En el mismo Boletín 35, página 32, se publicó también otro artículo de J. Letler, en el que se indica que es poco creíble que Mr Fogg no se hubiese percatado del sucesivo adelanto de su reloj respecto al de Picaporte, que es sin duda un recurso literario de Verne para el "golpe de efecto" final de su novela.

El artículo de Eduard Farré que estamos comentando pone punto final, creemos, a este interesante debate, ya que recoge todo los argumentos anteriormente expuestos y hace un agudo análisis de las intenciones de J. Verne, que compara irónicamente dos arquetipos nacionales: el inglés en el flemático, preciso y sin embargo finalmente inexacto, por exceso de precisión, *Phileas Fogg* y el dinámico, movido y tozudo *Passepartout* o "Picaporte", representativo del carácter francés. El sorprendente y elaborado golpe de efecto final es un ardid literario muy ingenioso aunque no sea creíble en pura lógica. -----



BREVE BIOGRAFÍA DE JULIO VERNE

Jules Verne nació en Nantes en 1828 y murió en Amiens en 1905. Estudió Leyes en París y escribió algunas comedias y libretos para operetas (1848-50). En 1863 dejó sus negocios teatrales y comenzó a escribir una serie de novelas de viajes extraordinarios, en muchas de las cuales anticipaba algunos avances científicos y tecnológicos que no se llevarían a efecto hasta bien entrado el siglo XX. Escribió más de 50 libros, y con el tiempo llegó a ser un hombre rico que en 1876 adquirió un yate, con el que viajó, especialmente por el Mediterráneo, aunque nunca estuvo en ninguno de los exóticos lugares que describe en sus novelas, excepto en Norteamérica.

Como curiosidad hacemos notar que en su novela "Héctor Servadac" trata de un grupo de gente que viaja por el espacio después de haber chocado la Tierra con un cometa, del cual vienen a formar parte Formentera y el Mediterráneo. Con este motivo se inauguró en el "Mull de Formentera", en 1978, un monumento en recuerdo de Julio Verne el 150 aniversario de su nacimiento.

La nomenclatura y adaptación de los términos utilizados en Gnomónica se ha ido unificando en el transcurso de estos últimos años. No ocurre lo mismo respecto a la notación o simbología, ya que cada autor emplea en sus publicaciones una notación propia e incluso variable. Desde la creación de nuestra Asociación se intentó unificar la notación y símbolos, por lo menos para los términos y magnitudes más usuales. Aunque desde hace años se pidió la colaboración de los asociados, e incluso se creó una comisión para conseguir una nomenclatura común, los resultados no han sido satisfactorios hasta el momento. Deseamos que la propuesta de A. Angulo antes expuesta sirva de base para una viva y aclaratoria polémica entre nuestros asociados y lectores. ML

PROPUESTA DE NOMENCLATURA Y SIMBOLOGÍA REFERENTE A RELOJES DE SOL A. ANGULO

Datos generales

Declinación del Sol δ
Inclinación de la Eclíptica $\varepsilon = (23,44^\circ)$
Ecuación del tiempo E.T.

Datos locales

Latitud φ
Longitud λ
Altura del Sol sobre el horizonte h
Azimut, desde el Sur Az

Tiempos

Tiempo medio $T_m = T_v + T_l + T_a + E.T.$
Tiempo verdadero T_v
Corrección por longitud geográfica T_l
Adelanto oficial (1 ó 2 horas) T_a

Relojes

Punto empotramiento Gnomon O
Punto extremo gnomon S
Longitud del Gnomon g

Relojes Planos

Declinación de la cara o faz del reloj d
Inclinación del plano del reloj i
Ángulo subestilar-línea de las XII σ
Ángulo de la subestilar, cualquier hora ω
Hora de la subestilar, en grados H_s
Hora de la subestilar, en tiempo H_t

Ejes

El eje Z corresponde al Zenith. El X al Este y el Y al Sur

Ángulos

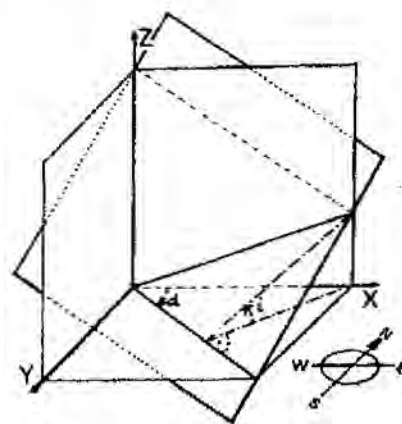
Ángulo horario t
Ángulo azimutal Az

} ORIGEN: Plano meridiano YZ
} SENTIDO: Positivo a derechas, desde el Zenith
(t negativo en mañanas, positivo en tardes)

Relojes planos declinantes

Declinación de la cara o faz d
Inclinación i

ORIGEN: Línea Este-Oeste.
SENTIDO: A izquierdas desde el eje X
Ángulo entre la línea de máxima pendiente y su proyección sobre el Plano XY
ORIGEN: La citada proyección
SENTIDO: A derechas desde el Zénit



ECUACIÓN DEL TIEMPO, DECLINACIÓN Y FASES DE LA LUNA PARA 2003

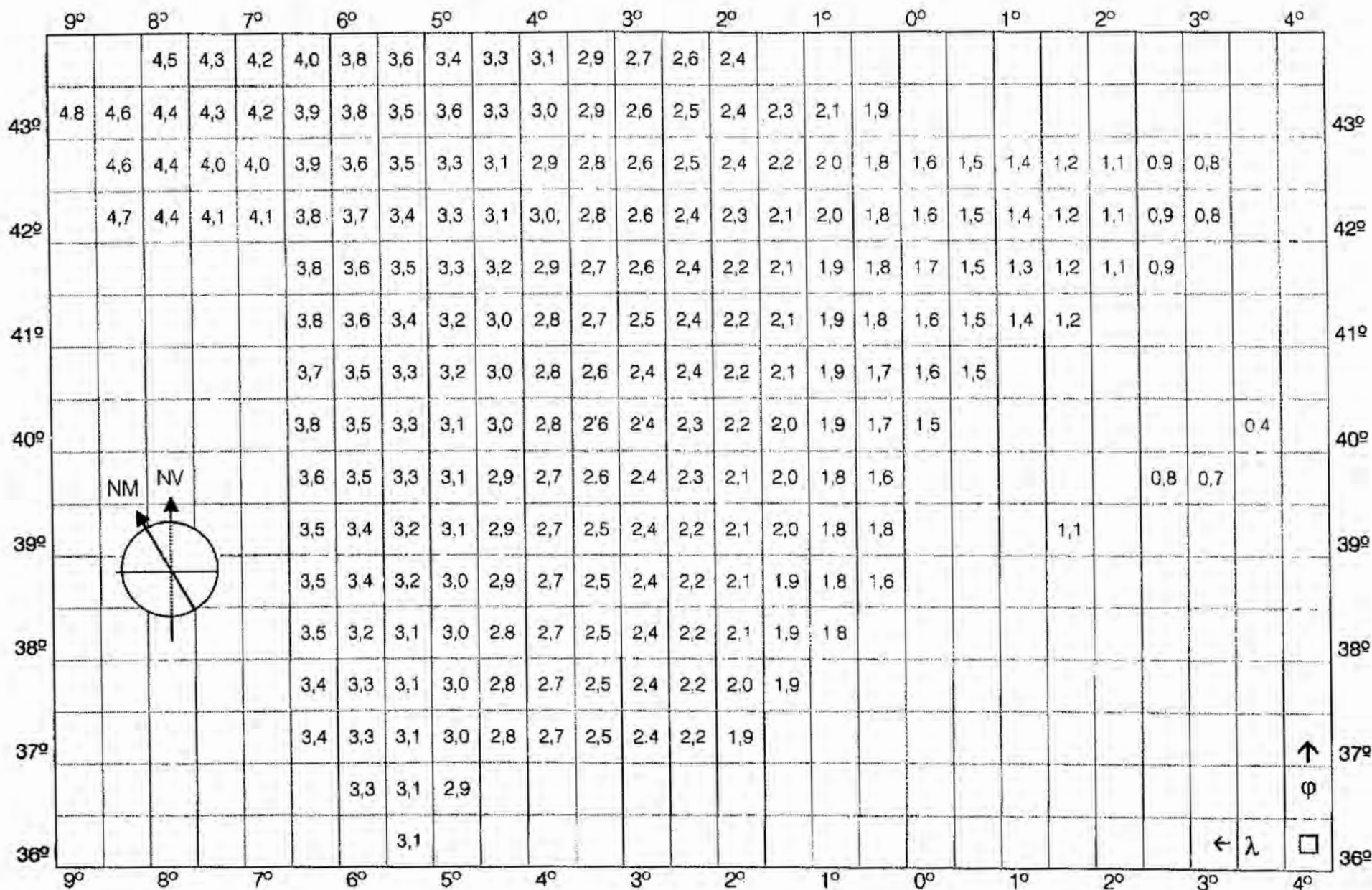
	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio
m. s. decl.	m. s. decl.	m. s. decl.	m. s. decl.	m. s. decl.	m. s. decl.	m. s. decl.
1	26 -23.011	33 -17.134	12 25 -7.634	3 59 4.491	2 52 15.037	2 15 22.016
2	3 54 -22.926	13 41 -16.848	12 14 -7.263	3 42 4.876	2 59 15.338	2 6 22.189
3	4 22 -22.833	13 48 -16.556	12 1 -6.871	3 24 5.260	2 6 15.635	2 13 22.296
4	4 49 -22.732	13 54 -16.260	11 49 -6.487	2 6 5.643	2 15 15.928	2 20 22.416
5	5 16 -22.624	14 3 15.959	11 35 -6.102	2 49 6.023	2 17 16.226	2 27 22.538
6	5 43 -22.509	14 5 15.654	11 22 -5.715	2 32 6.402	2 16 16.528	2 34 22.660
7	6 9 -22.386	14 7 15.344	10 8 -5.327	2 15 6.780	2 14 16.831	2 41 22.783
8	6 35 -22.256	14 10 -15.030	10 53 -4.937	1 58 7.153	2 3 17.132	2 48 22.905
9	6 60 -22.118	14 13 -14.712	10 38 -4.547	1 41 7.523	2 33 17.432	2 55 23.027
10	7 25 -21.974	14 14 -14.389	10 23 -4.156	1 25 7.899	2 36 17.737	3 2 23.149
11	7 49 -21.822	14 14 -14.063	10 10 -3.763	1 9 8.268	2 38 18.047	3 9 23.271
12	8 15 -21.663	14 14 -13.732	9 52 -3.370	1 0 8.635	2 39 18.351	3 16 23.393
13	8 42 -21.497	14 14 -13.398	9 36 -2.977	1 0 8.999	2 40 18.655	3 23 23.515
14	8 57 -21.324	14 14 -13.061	9 19 -2.582	1 0 9.360	2 41 18.959	3 30 23.637
15	9 19 -21.145	14 14 -12.719	9 2 -2.188	1 0 9.720	2 42 19.263	3 37 23.759
16	9 40 -20.958	14 14 -12.375	8 46 -1.793	1 0 10.076	2 43 19.567	3 44 23.881
17	9 59 -20.765	14 14 -12.025	8 28 -1.398	1 0 10.430	2 44 19.871	3 51 24.003
18	10 20 -20.565	14 13 -11.675	8 11 -1.002	1 0 10.780	2 45 20.175	3 58 24.125
19	10 38 -20.359	14 13 -11.321	7 54 -0.607	1 1 11.128	2 46 20.479	4 5 24.247
20	10 57 -20.147	14 13 -10.964	7 36 -0.211	1 1 11.473	2 47 20.783	4 12 24.369
21	11 14 -19.928	14 13 -10.604	7 18 0.184	1 1 11.815	2 48 21.087	4 19 24.491
22	11 31 -19.703	14 13 -10.241	7 0 0.579	1 1 12.153	2 49 21.391	4 26 24.613
23	11 46 -19.472	14 13 -9.875	6 42 0.967	1 1 12.488	2 50 21.695	4 33 24.735
24	11 12 -19.234	14 13 -9.507	6 24 1.367	1 1 12.823	2 51 21.999	4 40 24.857
25	11 1 -18.991	14 13 -9.137	6 6 1.761	1 1 13.158	2 52 22.303	4 47 24.979
26	11 23 -18.743	14 13 -8.764	5 48 2.153	1 1 13.493	2 53 22.607	4 54 25.101
27	12 29 -18.488	14 12 -8.390	5 30 2.546	1 1 13.827	2 54 22.911	4 61 25.223
28	12 42 -18.228	14 12 -8.013	5 12 2.937	1 1 14.162	2 55 23.215	4 68 25.345
29	12 54 -17.962	14 12 -7.637	4 53 3.327	1 1 14.497	2 56 23.519	4 75 25.467
30	13 15 -17.691	13 46 -10.964	4 35 3.716	2 44 14.832	2 57 23.823	4 82 25.589
31	13 24 -17.415	13 40 -10.604	4 17 4.104	2 44 15.167	2 58 24.127	4 89 25.711
enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	
m. s. decl.	m. s. decl.	m. s. decl.	m. s. decl.	m. s. decl.	m. s. decl.	m. s. decl.
1	26 -23.011	33 -17.134	12 25 -7.634	3 59 4.491	2 52 15.037	2 15 22.016
2	3 54 -22.926	13 41 -16.848	12 14 -7.263	3 42 4.876	2 59 15.338	2 6 22.189
3	4 22 -22.833	13 48 -16.556	12 1 -6.871	3 24 5.260	2 6 15.635	2 13 22.296
4	4 49 -22.732	13 54 -16.260	11 49 -6.487	2 6 5.643	2 15 15.928	2 20 22.416
5	5 16 -22.624	14 3 15.959	11 35 -6.102	2 49 6.023	2 17 16.226	2 27 22.538
6	5 43 -22.509	14 5 15.654	11 22 -5.715	2 32 6.402	2 16 16.528	2 34 22.660
7	6 9 -22.386	14 7 15.344	10 8 -5.327	2 15 6.780	2 14 16.831	2 41 22.783
8	6 35 -22.256	14 10 -15.030	10 53 -4.937	1 58 7.153	2 3 17.132	2 48 22.905
9	6 60 -22.118	14 13 -14.712	10 38 -4.547	1 41 7.523	2 33 17.432	2 55 23.027
10	7 25 -21.974	14 14 -14.389	10 23 -4.156	1 25 7.899	2 36 17.737	3 2 23.149
11	7 49 -21.822	14 14 -14.063	10 10 -3.763	1 9 8.268	2 38 18.047	3 9 23.271
12	8 15 -21.663	14 14 -13.732	9 52 -3.370	1 0 8.635	2 39 18.351	3 16 23.393
13	8 42 -21.497	14 14 -13.398	9 36 -2.977	1 0 8.999	2 40 18.655	3 23 23.515
14	8 57 -21.324	14 14 -13.061	9 19 -2.582	1 0 9.360	2 41 18.959	3 30 23.637
15	9 19 -21.145	14 14 -12.719	9 2 -2.188	1 0 9.720	2 42 19.263	3 37 23.759
16	9 40 -20.958	14 14 -12.375	8 46 -1.793	1 0 10.076	2 43 19.567	3 44 23.881
17	9 59 -20.765	14 14 -12.025	8 28 -1.398	1 0 10.430	2 44 19.871	3 51 24.003
18	10 20 -20.565	14 14 -11.675	8 11 -1.002	1 0 10.780	2 45 20.175	3 58 24.125
19	10 38 -20.359	14 13 -11.321	7 54 -0.607	1 1 11.128	2 46 20.479	4 5 24.247
20	10 57 -20.147	14 13 -10.964	7 36 -0.211	1 1 11.473	2 47 20.783	4 12 24.369
21	11 14 -19.928	14 13 -10.604	7 18 0.184	1 1 11.815	2 48 21.087	4 19 24.491
22	11 31 -19.703	14 13 -10.241	7 0 0.579	1 1 12.153	2 49 21.391	4 26 24.613
23	11 46 -19.472	14 13 -9.875	6 42 0.967	1 1 12.488	2 50 21.695	4 33 24.735
24	11 12 -19.234	14 13 -9.507	6 24 1.367	1 1 12.823	2 51 21.999	4 40 24.857
25	11 1 -18.991	14 13 -9.137	6 6 1.761	1 1 13.158	2 52 22.303	4 47 24.979
26	11 23 -18.743	14 13 -8.764	5 48 2.153	1 1 13.493	2 53 22.607	4 54 25.101
27	12 29 -18.488	14 12 -8.390	5 30 2.546	1 1 13.827	2 54 22.911	4 61 25.223
28	12 42 -18.228	14 12 -8.013	5 12 2.937	1 1 14.162	2 55 23.215	4 68 25.345
29	12 54 -17.962	14 12 -7.637	4 53 3.327	1 1 14.497	2 56 23.519	4 75 25.467
30	13 15 -17.691	13 46 -10.964	4 35 3.716	2 44 14.832	2 57 23.823	4 82 25.589
31	13 24 -17.415	13 40 -10.604	4 17 4.104	2 44 15.167	2 58 24.127	4 89 25.711
enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	
m. s. decl.	m. s. decl.	m. s. decl.	m. s. decl.	m. s. decl.	m. s. decl.	m. s. decl.
1	26 -23.011	33 -17.134	12 25 -7.634	3 59 4.491	2 52 15.037	2 15 22.016
2	3 54 -22.926	13 41 -16.848	12 14 -7.263	3 42 4.876	2 59 15.338	2 6 22.189
3	4 22 -22.833	13 48 -16.556	12 1 -6.871	3 24 5.260	2 6 15.635	2 13 22.296
4	4 49 -22.732	13 54 -16.260	11 49 -6.487	2 6 5.643	2 15 15.928	2 20 22.416
5	5 16 -22.624	14 3 15.959	11 35 -6.102	2 49 6.023	2 17 16.226	2 27 22.538
6	5 43 -22.509	14 5 15.654	11 22 -5.715	2 32 6.402	2 16 16.528	2 34 22.660
7	6 9 -22.386	14 7 15.344	10 8 -5.327	2 15 6.780	2 14 16.831	2 41 22.783
8	6 35 -22.256	14 10 -15.030	10 53 -4.937	1 58 7.153	2 3 17.132	2 48 22.905
9	6 60 -22.118	14 13 -14.712	10 38 -4.547	1 41 7.523	2 33 17.432	2 55 23.027
10	7 25 -21.974	14 14 -14.389	10 23 -4.156	1 25 7.899	2 36 17.737	3 2 23.149
11	7 49 -21.822	14 14 -14.063	10 10 -3.763	1 9 8.268	2 38 18.047	3 9 23.271
12	8 15 -21.663	14 14 -13.732	9 52 -3.370	1 0 8.635	2 39 18.351	3 16 23.393
13	8 42 -21.497	14 14 -13.398	9 36 -2.977	1 0 8.999	2 40 18.655	3 23 23.515
14	8 57 -21.324	14 14 -13.061	9 19 -2.582	1 0 9.360	2 41 18.959	3 30 23.637
15	9 19 -21.145	14 14 -12.719	9 2 -2.188	1 0 9.720	2 42 19.263	3 37 23.759
16	9 40 -20.958	14 14 -12.375	8 46 -1.793	1 0 10.076	2 43 19.567	3 44 23.881
17	9 59 -20.765	14 14 -12.025	8 28 -1.398	1 0 10.430	2 44 19.871	3 51 24.003
18	10 20 -20.565	14 14 -11.675	8 11 -1.002	1 0 10.780	2 45 20.175	3 58 24.125
19	10 38 -20.359	14 13 -11.321	7 54 -0.607	1 1 11.128	2 46 20.479	4 5 24.247
20	10 57 -20.147	14 13 -10.964	7 36 -0.211	1 1 11.473	2 47 20.783	4 12 24.369
21	11 14 -19.928	14 13 -10.604	7 18 0.184	1 1 11.815	2 48 21.087	4 19 24.491
22	11 31 -19.703	14 13 -10.241	7 0 0.579	1 1 12.153	2 49 21.391	4 26 24.613
23	11 46 -19.472	14 13 -9.875	6 42 0.967	1 1 12.488	2 50 21.695	4 33 24.735
24	11 12 -19.234	14 13 -9.507	6 24 1.367	1 1 12.823	2 51 21.999	4 40 24.857
25	11 1 -18.991	14 13 -9.137	6 6 1.761	1 1 13.158	2 52 22.303	4 47 24.979
26	11 23 -18.743	14 13 -8.764	5 48 2.153	1 1 13.493	2 53 22.607	4 54 25.101
27	12 29 -18.488	14 12 -8.390	5 30 2.546	1 1 13.827	2 54 22.911	4 61 25.223
28	12 42 -18.228	14 12 -8.013	5 12 2.937	1 1 14.162	2 55 23.215	4 68 25.345
29	12 54 -17.962	14 12 -7.637	4 53 3.327	1 1 14.497	2 56 23.519	4 75 25.467
30	13 15 -17.691	13 46 -10.964	4 35 3.716	2 44 14.832	2 57 23.823	4 82 25.589
31	13 24 -17.415	13 40 -10.604	4 17 4.104	2 44 15.167	2 58 24.127	4 89 25.711

LA HORA DE PASO DEL SOL POR EL MERIDIANO CERO SE OBTIENE SUMANDO LOS VALORES DE LA ECUACIÓN DEL TIEMPO A 12 HORAS. LA E.T. SE EXPRESA EN MINUTOS Y SEGUNDOS. LA DECLINACIÓN EN GRADOS Y DECIMALES. [O] = LUNA NUEVA. [□] = CRESCIENTE. [*] = LUNA LLENA. [▽] = MENGUANTE

DECLINACIÓN MAGNÉTICA EN ESPAÑA PARA EL AÑO 2003

Las cuadrículas indican la declinación magnética en grados y décimas

Latitudes y longitudes en grados. En la Península la declinación magnética es siempre W.





**CAPAC - INTIRAIMI
FESTIVAL DEL SOL EN EL SOLSTICIO DE INVIERNO**

(Dibujo del cronista Felipe Guaman Poma de Ayala)