

ANALEMA

BOLETIN DE LA ASOCIACION DE
AMIGOS DE LOS RELOJES DE SOL

SUMARIO

- 1 EDITORIAL Editor
- 2 LOS RELOJES SOLARES DEL
MONASTERIO DE YUSTE M. Lombardero
- 7 EL RELOJ DE SOL DE CACABELOS ... J. del Buey y M.Valdés
- 10 UNA INTERESANTE COMBINACION L. Hidalgo
- 14 DE RELOX A CUADRANTE M.M. Valdés
- 15 ¿CUADRANTE O RELOJ SOLAR ?..... . V. Pérez- Vilar
- 16 EL NOMBRE DE "CUADRANTE"..... V. Nuno de Melo
- 18 LITERATURA Y GNOMONICA J.L. Llorente y P. Dantillo
- 19 NOTAS Y COMENTARIOS..... Redacción
- 22 RESUMEN DE ARTICULOS PUBLICADOS
EN ESTE BOLETIN. Editor
- 24 ABSTRACTS Redacción
- 25 EFEMERIDES PARA 1994 M. M. Valdés

La Asociación de Amigos de los Relojes de Sol ha sido creada en Abril de 1988. Figura en el Registro Nacional de Asociaciones con el N° 18.865 y N P 8.747. Su Junta Directiva está formada por: PRESIDENTE Luis Hidalgo Velayos. VICEPRESIDENTE: Jacinto Del Buey Pérez. TESORERO: Jaime Velilla Moros. SECRETARIO: Manuel Lombardero Soto. VOCALES: Jesus de la Calle Montes. Juan José Caurcel Moran . M. Angel Hacar Benitez. Manuel M. Valdés Carracedo. SOCIOS de HONOR: Rafael Portaencasa Baeza - Manuel Arroyo Varela- José Luis Basanta Campos - Rafael Soler Gayá

La Asociación constituye una entidad no lucrativa cuyos fines son el desarrollo y fomento de los estudios históricos, geográficos y matemáticos relacionados con la promoción y difusión de los conocimientos relativos al cálculo, trazado, construcción y emplazamiento de Relojes de Sol y otros instrumentos astronómicos y topográficos análogos

Para el cumplimiento de estos fines se celebran reuniones periódicas y se mantienen contactos con otras Asociaciones o Entidades semejantes. Ofrece a sus asociados los siguientes servicios

- Información Bibliográfica: Fondo informatizado con más de 2000 entradas referentes a Gnomonica y temas análogos
- Cálculo y trazado de relojes solares a petición de cualquier asociado, o entidad pública o privada
- Traducción y revisión de artículos de revistas de esta especialidad o de publicaciones de especial interés.
- Asesoramiento para la construcción o reparación de relojes solares o instrumentos semejantes. Comprobación y datación de cuadrantes y relojes antiguos

Estos servicios son prestados por la Asociación a título gratuito,- o en casos especiales a coste estricto-, a las personas o entidades presentadas por algun Socio. En todo caso los servicios de asesoramiento son totalmente gratuitos para los organismos culturales que así lo soliciten

Para obtener la condición de Asociado es necesario, de acuerdo con los Estatutos, la presentación por dos Socios de la persona interesada y su admisión por la Junta de Gobierno. La cuantía de su aportación en concepto de cuota anual es fijada libremente por el propio Asociado. No obstante para recibir el presente Boletín y las comunicaciones escritas de la Asociación deberá efectuar una aportación mínima equivalente a los gastos de edición y envío.

Los artículos y notas publicados en este Boletín Informativo pueden ser reproducidos y utilizados, citando su procedencia y previa comunicación a esta Asociación. Se exceptúan los casos en los que expresamente se mencione la existencia de derechos de Autor o cualquier otro impedimento legal.

La Asociación de Amigos de los Relojes de Sol no se hace responsable de la interpretación ni del contenido de los escritos, gráficos, dibujos o cualquier otra información publicada en el presente Boletín. Agradece, y mantendrá correspondencia , sobre cualquier tipo de crítica, comentario, discusión o reseña de los mismos, que será transmitida al autor del escrito y publicada en el Boletín si, a juicio de la Junta, su interés y generalidad lo hacen conveniente.

Se reserva el derecho de resumir, adaptar o editar, con el conocimiento previo del comunicante, los trabajos originales recibidos para su publicación. Su extensión no deberá exceder de cinco folios mecanografiados salvo que su contenido, interés y continuidad aconseje publicarlos en varios números sucesivos o en forma de folleto o separata del Boletín.

Domicilio Social actual : ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS AGRONOMOS
CIUDAD UNIVERSITARIA 28040 - MADRID

EDITORIAL

Agradecemos a nuestros lectores y amigos las numerosas contestaciones que hemos recibido al "Cuestionario de Analemoscopia" que se envió adjunto al número anterior de "Analema", y muy especialmente la calificación, quizás excesivamente benévola, (casi nueve puntos sobre un máximo de 10) que ha sido otorgada a este Boletín Informativo

El número de contestaciones ha ascendido a un 39 % de los cuestionarios enviados, aceptable participación si se tiene en cuenta que bastantes ejemplares del Boletín son enviados a Sociedades o Instituciones corporativas que habitualmente no contestan estos cuestionarios.

El análisis de las respuestas recibidas arroja los siguientes resultados:

- a) El 68 % s han sido remitidas por asociados, el resto 32 % proviene de personas que no pertenecen a la Asociación.
- b) El 97% se declaran simpatizantes, amigos, o interesados en los relojes de sol; un 3% no contesta a esta pregunta
- c) Un 13 % no desea pagar cuota como socio, un 72 % sí desean pagar una cuota anual y el resto 15% se abstiene de opinar en este espinoso asunto.
- d) Con respecto a la cuantía de la cuota anual: Hasta 3.000pts: 8% ; desde 3.000 hasta 4.000: 29% ; entre 4.000 y 5. 000: 24% ; más de 5000: 8%; y el resto 31 %
Recordamos que la cuantía de esta cuota anual es totalmente voluntaria, pudiendo ser nula si así lo desea el Asociado.
- e) El título y la presentación de l Boletín recibe , en un 96 %, la aprobación de los socios, aunque como es natural se presentan varias propuestas para su mejora: mayor número de páginas, inserción de fotografías, aumento de la frecuencia de publicación....
- f) En cuanto a su contenido, estima un porcentaje elevado de lectores que existe exceso de artículos de contenido predominantemente matemático: la mayoría opina que están equilibrados los de investigación histórica y referencias de libros y casi todos indican que se deberían aumentar las noticias y comentarios, los repertorios o relaciones de relojes notables y también los artículos de divulgación elemental. El porcentaje de socios que opina exactamente lo contrario, es muy reducido, menos del 3 %

Sería nuestro deseo poder poner en práctica inmediatamente las sugerencias que nos han hecho nuestros lectores. Desgraciadamente diversas circunstancias, entre ellas las económicas, no nos permiten llevar a cabo la mayor parte de estas mejoras materiales de presentación, tamaño, o extensión ni tampoco el aumento de frecuencia de la publicación de nuestro Boletín, al menos por ahora. Pero tendremos muy en cuenta los deseos y preferencias de nuestros lectores, en todo lo que sea posible, en cuanto al contenido y variedad de los artículos. Para conseguirlo pedimos una vez más la asidua colaboración de nuestros asociados y amigos.

EDITOR

Se presenta el resumen de un informe redactado por nuestra Asociación para la "Fundación Juanelo Turriano" de la que es fundador, patrocinador y Presidente J. A. García-Diego. En él se describen dos relojes de sol que se hallan en el Monasterio de Yuste y posiblemente fueron trazados por Turriano.

LOS RELOJES SOLARES DEL MONASTERIO DE YUSTE

M. LOMBARDERO

1. -ANTECEDENTES

La Fundación Juanelo Turriano solicitó de la Asociación de Amigos de los Relojes de Sol un Informe referente a la situación actual de los relojes solares existentes en el Monasterio de Yuste.

M. Lombardero y M.M. Valdés, acompañados de J. Goicolea, gerente de la Fundación, visitaron el Monasterio, donde fueron amablemente acogidos por el Prior de la Comunidad y sus monjes.

El presente resumen del informe se limita a la descripción de los cuadrantes, de los cuales solamente se analiza su situación y estado actuales, características, posibilidad de restauración y medidas que se debería adoptar para su conservación.

No se intenta dilucidar si alguno de los relojes fué realmente diseñado por Turriano, tema para el que es preciso una amplia información documental, y que podría ser objeto de un estudio posterior.

2. UBICACION ACTUAL DE LOS RELOJES

Se accede al Monasterio de Yuste mediante un camino vecinal que parte del pueblo de Cuacos, municipio de la provincia de Cáceres. PK 34,6 de la N-505 (Carretera de Plasencia a Madrid).

En su recinto existen dos relojes solares:

El primero de ellos, vertical y declinante, está grabado en uno de los antepechos o pretilos situados sobre los arcos que forman la primera galería, en el interior del "Claustro Nuevo"

El segundo, de tipo horizontal, está situado en la parte superior de una albardilla o cornisa que cubre el retallo de un pilar o apoyo en ángulo que sirve de contrafuerte y soporte de la terraza situada a la entrada de las habitaciones de Carlos V.

En el siguiente dibujo de la planta de los dos claustros, Iglesia, y terraza cubierta o "plaza" puede verse la situación de ambos relojes.

En el punto A) está situado el reloj vertical y en el B) el horizontal. A la derecha del crucero de la Iglesia están situadas las habitaciones que fueron residencia del Emperador:

- I.- Alcoba real
- II.- Comedor
- III.- Sala de Audiencia
- IV.- Antecámara.

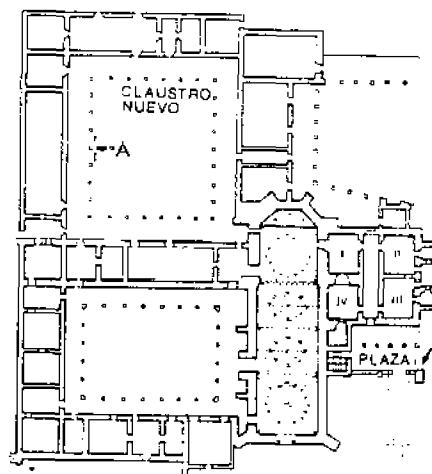


FIGURA 1 - PLANTA DEL MONASTERIO

3. - VISICITUDES HISTÓRICAS DE LOS EDIFICIOS

En una de las conclusiones finales se establece la posibilidad de que el reloj horizontal, marcado B), no esté en la actualidad adecuadamente situado, por lo que se hace necesario establecer algunas de las visicitudes y modificaciones en su arquitectura por las que pasó sucesivamente el Monasterio, hasta llegar a su situación actual.

En 1409 se comenzaron las obras para la construcción de un monasterio que pasó a depender del de Guadalupe al integrarse al capítulo de la Orden Jerónima. El Señor de Oropesa y Jarandilla se obligó a sostener el monasterio, construyéndose a su costa el primer Claustro y la Iglesia, que se fueron ampliando y enriqueciendo del siglo XV al XVI. A mediados de este siglo ya estaban totalmente construidos la Iglesia y el primer Claustro, de estilo gótico.

El "Claustro Nuevo", renacentista, terminado en 1554, fué edificado por los Condes de Oropesa.

Por estas fechas el futuro Felipe II visita el Monasterio, que ya había sido elegido por su padre, como lugar de retiro.

A finales de 1556 llega a Yuste el Emperador, alojándose en Jarandilla, por no estar terminadas las obras de su residencia ni aceptar las estancias provisionales que le propuso el P. Juan de Ortega.

Finalmente, el 3 de febrero de 1557 entró el Emperador en sus nuevos aposentos.

Las obras de su residencia fueron dirigidas por Fr. Melchor de Pie de Concha, Fr. Juan de Ortega y Juan Vázquez.

La muerte del Emperador ocurrió el 21 de septiembre de 1558. En su testamento pedía ser enterrado en la Iglesia del Monasterio, bajo el Altar Mayor, como así se hizo. Las habitaciones de su residencia se cerraron, y no volvieron a ser utilizadas por los monjes.

En 1809 el Monasterio fué incendiado por las tropas francesas -en retirada después de la batalla de Talavera- lo que causó la ruina de gran parte de la techumbre y bóvedas.

Como a tantos otros, la desamortización, afectó gravemente a este monasterio. Se hicieron modificaciones en sus estructuras para una nueva utilización, como viviendas y almacenes, y en 1835 fué abandonado por los últimos monjes Jerónimos.

En 1860 fué adquirido por el Marqués de Mirabel, que hizo algunas obras de rehabilitación, instalando una pequeña comunidad de Terciarios Capuchinos, que permanecieron hasta 1917.

A partir de esta fecha continuó aceleradamente su degradación progresiva, con ruina casi total de sus fábricas y desaparición de vigas, puertas y cercos, como tantos otros monasterios de la época.

Los descendientes de su último propietario lo cedieron al Estado en 1941.

En 1952 comenzó su restauración, que fué llevada a cabo por el arquitecto García Valcarcel, y en 1958 terminaron las obras de reconstrucción.



FOTOGRAFIA 2 CLAUSTRO. 1940

Puede apreciarse el estado en que se encontraba el Claustro antes de iniciar su reconstrucción.

En el punto marcado (A) se encuentra el reloj vertical declinante, situado sobre la ornamentada puerta de acceso al patio del claustro. La fotografía indica que el pretil donde está trazado no ha sido reconstruido, pero la composición y diseño del cuadrante parecen tan estrictos que desentonan con la gracia de las columnas, puerta, escudos y otros detalles arquitectónicos del conjunto. Parece como si el reloj hubiese sido trazado posteriormente a la construcción del Claustro con el fin, meramente utilitario, de marcar las horas.



FOTOGRAFIA 3 - ESTADO ACTUAL-

La fotografía nº 3 muestra el estado actual del mismo lugar del Claustro, después de su reconstrucción, y rehabilitación como monasterio.

El reloj permanece exactamente en el mismo sitio y aparentemente no ha sido afectado por los trabajos de restauración y reparación del claustro.

Carece de gnomon, como es usual, lo que no permite que desempeñe la misión para la que fué construido. Por otra parte, las coníferas que han crecido en el recinto del claustro hacen que no le dé el sol durante gran parte del día.

La orientación del plano del cuadrante es casi E-W, con una ligera desviación hacia el NW, que le hace ser ligeramente declinante.

4.- EL RELOJ VERTICAL DECLINANTE. (A)

Este cuadrante está grabado en dos de las losas verticales que forman el antepecho de la planta superior del Claustro Nuevo. En él se distinguen

perfectamente la totalidad de las líneas horarias y algunos numerales de las horas, en números romanos.

Carece de gnomon, pero es posible identificar dos orificios que debieron corresponder a la implantación de su varilla o estilo. En el croquis adjunto y en las fotografías siguientes es posible apreciar la disposición y dimensiones del haz de las líneas horarias y también se señalan los orificios mencionados, marcados O) y G)

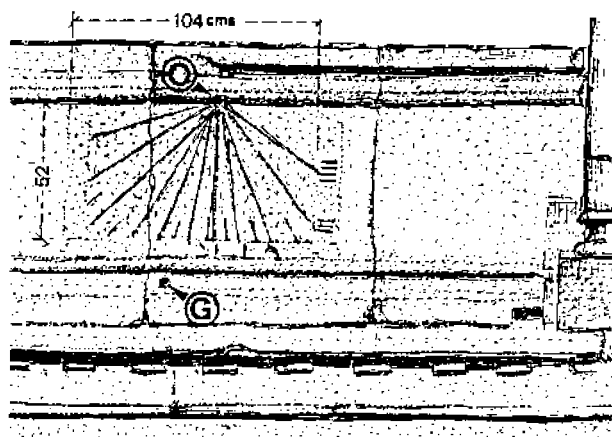


FIGURA 4 - RELOJ VERTICAL -

Con objeto de comprobar si el trazado de estas líneas se hizo correctamente, es necesario conocer la orientación (o declinación del muro, en términos gnomónicos) de la balaustrada donde se efectuó este primitivo trazado.

Su determinación se ha efectuado por dos procedimientos diferentes obteniéndose un valor medio para este ángulo de $d=15,2^\circ$

El análisis de las líneas horarias indica que el reloj fué diseñado para una latitud de 40° y una declinación del muro de unos 16° , que concuerdan con suficiente aproximación con los datos reales obtenidos directamente. ($\phi=40,13^\circ$; $d=15,2^\circ$)

Para fijar la disposición y dimensiones del gnomon se ha trazado la subestilar, calculando el ángulo que forma con la línea vertical de las XII.

Se obtiene: $\mu = 18,14^\circ$, lo que nos permite situar exactamente el gnomon, ya que el ángulo que

éste debe formar con la subestilar antes calculada es $\sigma = 42,47^\circ$

La línea recta que une los dos orificios de fijación del gnomon, equivalente a la subestilar, forma con la línea

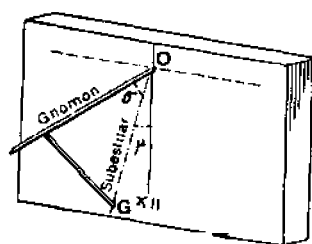


FIGURA 5 - GNOMON -

de las XII un ángulo de unos 18° a 19° , lo que también está de acuerdo con los cálculos efectuados.

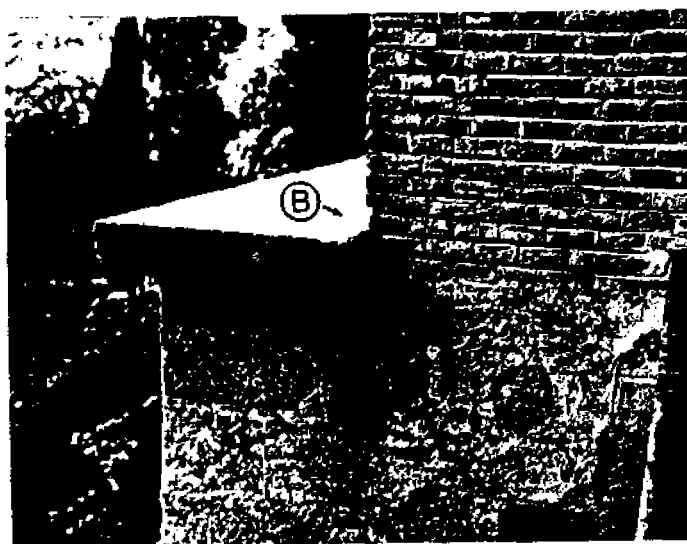
Como no existe en la actualidad ningún vestigio del gnomon, no ha sido posible comprobar el ángulo σ que debería formar con el plano del cuadrante.

Los valores calculados de estos parámetros muestran una muy aceptable concordancia con el trazado del reloj, dada su actual ubicación.

Indudablemente este cuadrante fué perfectamente diseñado, y su construcción dirigida por una persona que poseía adecuados conocimientos de sobre astronomía y gnomónica

5. - EL RELOJ HORIZONTAL. (B)

Este segundo cuadrante está situado en el punto marcado (B) de la planta indicada en la figura 1, o sea formando parte de una albardilla del pilar-contrafuerte situado en el ángulo E. de la terraza cubierta o "plaza", según algunos cronistas



FOTOGRAFIA 6 -SITUACION DEL RELO HORIZONTAL -

Es muy probable que el emplazamiento actual de este reloj no sea correcto. Es sorprendente la posición del cuadrante con respecto a la persona que quisiese consultarlo para hallar la hora, ya que al estar situado en la parte externa del contrafuerte situado en el ángulo externo de la terraza, debería adoptar una posición forzada e incómoda para su lectura.

Parece como si este reloj hubiese sido diseñado para leerlo "desde fuera" de la terraza situada a su nivel, o bien que cuando se construyó tuviese una disposición distinta de la actual, aunque es cierto que la losa soporte tiene sus caras paralelas a las direcciones de las fachadas.

Comparando entre si las dos fotografías que se insertan a continuación es posible observar que el macizo que sirve de apoyo al pilar que cierra, en

su cara Norte, la terraza cubierta o "plaza" de la entrada a la residencia del Emperador, ha sido modificada en alguna de las reconstrucciones que sufrió el conjunto de estos edificios



FOTOGRAFIA 7 - CONTRAFUERTE DE LA TERRAZA (1928)



FOTOGRAFIA 8 - CONTRAFUERTE RECONSTRUIDO -

Efectivamente, el paramento oeste de este macizo era inclinado, o sea que la forma del mismo era piramidal, como se observa en la fotografía 6, anterior a la última reconstrucción, mientras que en la fotografía 7, donde puede verse su situación actual, los paramentos son todos verticales, con un retallo intermedio provisto de su albardilla. El macizo está en este caso formado por dos paralelepípedos rectos superpuestos, siendo el superior de menores dimensiones.

Esta variación parece ser debida a la necesidad de sustentar el, a nuestro juicio, innecesario o por lo menos extraño, contrafuerte de apoyo al pilar de ladrillo que soporta el piso superior que sirve de techo a la terraza.

Es evidente que el reloj horizontal situado en (B) ha sido, por lo menos, desmontado y vuelto a colocar. y que si se ha considerado necesario que esté situado en la actual terraza no existe otro lugar para colocarlo, ya que al bajo techado permanece en sombra casi toda su superficie.

Por otra parte parece ser que cuando Carlos V llegó a Yuste esta "plaza" no estaba cubierta. En este caso sí tendría cierta lógica la disposición del cuadrante encima del macizo de apoyo, o en cualquier otro lugar de la "plaza", aunque de ser así, la losa donde está grabado sería de mayor tamaño que la actual, que habría sido recortada con posterioridad para adaptarla a su misión actual.

La fotografía siguiente muestra el deficiente estado de conservación de la superficie del cuadrante, con sus líneas casi totalmente borradas por la meteorización, lo que no permite una comprobación tan precisa como en el reloj vertical.



FOTOGRAFIA 9 - RELOJ HORIZONTAL -

Podemos decir, con referencia a su diseño, que no eran necesarios muchos conocimientos para su trazado ya que, como señalaba Juan de Arphe en su

tratado de 1580 "De Varia Commesuración":

"Es cosa tan sabida este reloj horizontal que son pocos los que lo ignoran..."

Por tanto ya en aquella época no era necesario para el trazado de este reloj mas que unos conocimientos superficiales de cosmografía, y seguir las "recetas" contenidas en los tratados

A continuación figura una reconstrucción del cuadrante para la latitud de 40° , ajustando su trazado a los escasos datos que pueden deducirse de las borrosas líneas horarias y del órfculo, que aparecen en su deteriorada superficie.

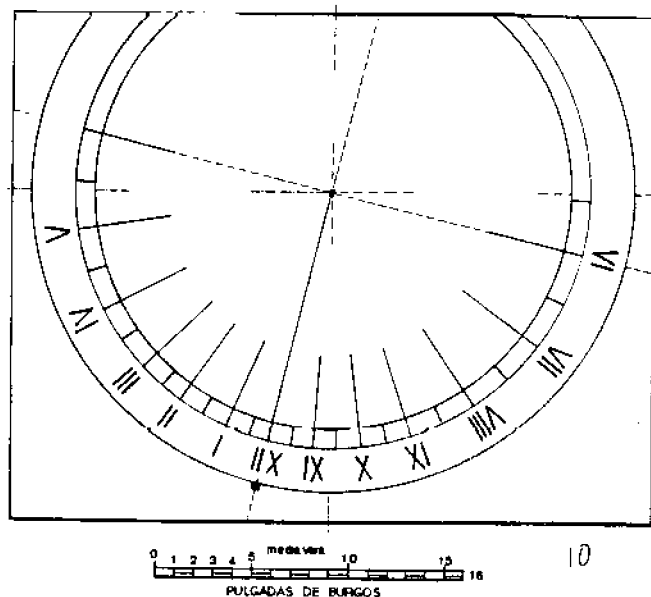


FIGURA 10 -RELOJ HORIZONTAL-

Resulta bastante sorprendente que se utilice tan apretadamente la superficie de la losa donde está grabado este reloj, hasta el punto que casi no quedan márgenes laterales alrededor del círculo donde figuran los numerales romanos de las horas.

Creemos que esta circunstancia corrobora la hipótesis de que la losa soporte del cuadrante horizontal era originalmente de mayores dimensiones, y ha sido recortada para adaptarla a su situación actual.

6.-CONCLUSIONES.

Nos limitamos a presentar unas conclusiones sobre la situación, estado actual y características de los dos cuadrantes que se encuentran en Yuste, sin intentar su datación precisa ni entrar en la investigación de los posibles constructores de los mismos.

Nos referimos sucesivamente al reloj vertical situado en el Claustro Nuevo y al reloj horizontal que se encuentra en el contrafuerte de la "Plaza" o terraza que antecede a la entrada a los aposentos del Emperador Carlos V:

RELOJ VERTICAL (A):

a)-Se encuentra en el claustro plateresco, en la fachada sur del mismo, que declina aproximadamente 16° al SW.

b)-No parece que haya sufrido ninguna modificación o traslado desde que fué trazado

c)-No presenta ninguna ornamentación ni leyenda, ni tampoco las curvas de los signos. Únicamente aparecen las rectas horarias y los numerales romanos de las horas

d)- El reloj es declinante, su trazado tiene en cuenta esta declinación y está bien calculado y diseñado desde el punto de vista gnomónico.

e)- Carece de gnomon, pero conserva los dos orificios donde estuvo insertado, por lo que su reposición es muy sencilla.

e)- Es bastante probable que fuese trazado algunos años después de la terminación de las obras del Claustro Nuevo.

f)- Fué diseñado y trazado por alguna persona versada en gnomónica o astronomía, que tuvo en cuenta la latitud de Yuste, y la declinación del muro (40° y 16° respectivamente).

RELOJ HORIZONTAL (B)

g)- En lo que se puede apreciar este reloj también está correctamente diseñado para la latitud de 40° . El trazado de este tipo de reloj es sencillo y era muy popular en aquella época

h)- Carece de gnomon, pero su reposición tampoco presenta ninguna dificultad, ya que consiste en una varilla metálica insertada en su centro, de inclinación 40° y longitud apropiada.

i)- Los numerales (romanos) de las horas miran hacia el centro del cuadrante, en lugar de estar orientados hacia el interior de la terraza, aunque este detalle no es muy significativo.

j)- El tamaño de la losa donde está grabado parece haber sido reducido, para adaptarlo a su posición actual. Por otra parte, es evidente que el macizo donde está actualmente instalado ha sido reconstruido con otras dimensiones, distintas de las primitivas.

k)- Es muy improbable que este reloj estuviese situado originalmente en el emplazamiento que ocupa en la actualidad.

l)- No existen suficientes indicios materiales para su datación exacta. No es posible deducir cual de los dos relojes fué construido en primer lugar

m)- Su estado de conservación es tan deficiente que, si no se pone pronto remedio, dentro de pocos años habrán desaparecido totalmente las escasas líneas que aún perduran.

Presentamos a continuación un interesante estudio sobre el reloj solar hallado en el castro de "La Ventosa", que fué considerado inicialmente como un reloj de época romana. El reciente descubrimiento por M.M. Valdés y J. del Buey de un segundo reloj del mismo tipo, en Villamartin de la Abadía, confirma la tesis de los autores: No obstante el lugar donde se efectuó el primer hallazgo no son relojes romanos.

EL RELOJ DE SOL DE CACABELOS

J. DEL BUEY y M.M. VALDES

I. MEDIDA DEL TIEMPO

El hombre tuvo siempre necesidad de medir el tiempo. Para ello se sirvió de diversos aparatos, y entre ellos, quizás por su sencillez y exactitud, del reloj de sol.

La unidad de medida, en la cultura greco-romana, era la hora, considerando como tal la doceava parte del día de luz. Ahora bien, como el tiempo de iluminación del Sol tiene diferente duración en invierno que en verano, es evidente que las horas así definidas abarcan también un período de tiempo diferente, por cuya razón se las denomina horas desiguales o temporarias.

Hasta ahora todos los relojes de sol que han sido encontrados en el ámbito del Imperio Romano, y por supuesto en nuestro país, miden siempre horas desiguales, excepto escasísimas excepciones.

Las horas desiguales se siguieron utilizando hasta finales del siglo XIV o mediados del XV, en cuya época, debido quizás a la mayor difusión del reloj mecánico, comienza el empleo de la hora considerada como la veinticuatroava parte del día (día de luz y noche). Las horas así definidas se llaman horas iguales.

Sin embargo, el hecho de que en la vida civil no se emplearan las horas iguales como medida del tiempo, no quiere decir que no se conocieran.

Plutarco (46-120) dice que los relojes de sol utilizados en Egipto tenían el gnomon alineado con el eje de la Tierra y señalaban horas iguales.

II. CACABELOS

Situada en la comarca del Bierzo, la Villa de Cacabelos está rodeada por importantes restos de culturas pasadas.

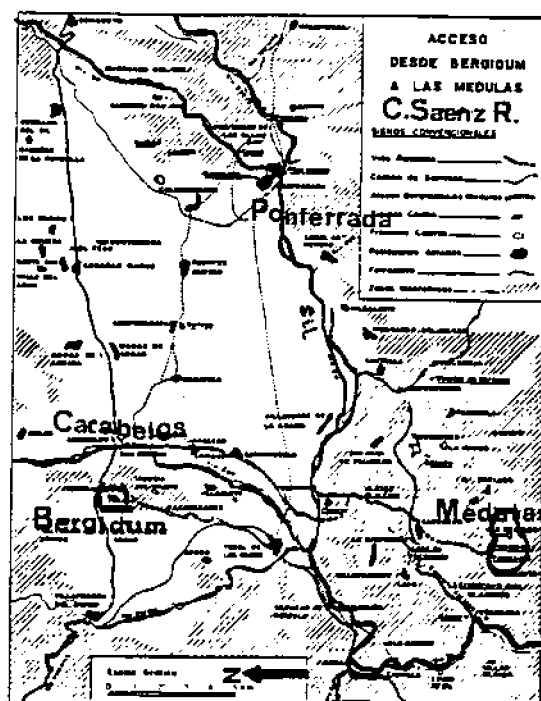
Entre otras muestras y testimonios del legado de los anteriores pobladores de la zona se encuentran: El castro prerromano de Bergidum (Castro de la Ventosa), luego ciudad romana y probable residencia de la administración de las Médulas de Carucedo (la más importante mina de oro hispánica); la propia mina de oro; los yacimientos arqueológicos de La Edrada, Los Cucos, Los Carneros y Terra de Ouro; el Monasterio de Carracedo y el Hospital del Camino de Santiago....

III. LAS MEDULAS DE CARUCEDO

La región de los Astures (entre el Cantábrico y el Duero y desde el Esla hasta Galicia) constituyó la fuente más importante de suministro de oro para el Imperio Romano desde los tiempos de Augusto hasta el siglo III.

En el año 19 a.C., después de una guerra de carácter probablemente económico, motivada por la necesidad romana de dominar este recurso estratégico, y aprovechando técnicas de extracción de origen celta, la zona se convierte pronto en centro de actividad minera de primer orden.

El país se puebla de vías y núcleos urbanos. En el año 68 se establece la Legio VII (luego Legio VII Gemina) que daría lugar al núcleo habitado que hoy perdura en "Leon", capital de la provincia



Las ciudades más importantes en la zona fueron Asturica Augusta (importante nudo de comunicaciones) y Bergidum (Castro de la Ventosa Bergidum Flavium, Pieros).

Se supone que este castro romanizado fué la ciudad que centró la actividad burocrática y mercantil de las Médulas de Carucedo, la más importante mina de oro de la región y probablemente de todo el Imperio.

No hay registros precisos del mineral beneficiado, pero cálculos fiables indican una cantidad aproximada de 750.000 kg. de oro, obtenidos mediante el movimiento de 225 millones de m³ de tierra que equivalen al volumen ocupado por una masa de tierra de 1,5 km por 1,5 km. de base y 100 m. de altura

IV. CASTRO DE LA VENTOSA

Con los datos que las recientes investigaciones han puesto de manifiesto, se puede decir que el núcleo habitado, establecido en lo alto de la colina, se trasladó a un emplazamiento situado en el llano (quizás en el actual solar de Cacabelos). Más tarde (siglo III) se amuralló de nuevo la cima del promontorio.

Los avatares sufridos por la población local no impidieron la continuidad de la presencia humana en la planta del antiguo castro romanizado, como puede constatarse a través de numerosos documentos. En ellos se refleja que en la cumbre existieron tres iglesias y otras edificaciones, que persisten a lo largo de la edad media y moderna,

V. MONASTERIO DE CARRACEDO

El monasterio benedictino de Carracedo, fundado por Bermudo II, comienza su historia algunos años antes de terminar el siglo X. Poco tiempo después pasa a formar parte del Cister. Su esplendor llena un período de ochocientos años, hasta su abandono en el siglo XIX a causa de la desamortización.

VI. MUSEO MUNICIPAL DE CACABELOS

El Museo Municipal de Cacabelos, inaugurado en 1984 (Hoy en fase de reinstalación en la nueva Casa de la Cultura) se nutre principalmente con los restos hallados casi a flor de tierra, al realizar cimentaciones de edificios, labores agrícolas o tareas de infraestructura pública. No se han efectuado excavaciones arqueológicas sistemáticas.

VII. EL RELOJ DEL CASTRO DE LA VENTOSA (BERGIDUM)

En este museo municipal se conserva un reloj de sol vertical que, según información recogida en el propio museo, fué hallado en el año de 1968 en la colina del castro de la Ventosa.

Realizado en piedra de la región (granito de grano fino y color oscuro), con la superficie alterada por el paso del tiempo, tanto su aspecto externo como los adornos son, aparentemente, de factura romana.

Como esta zona experimentó una fuerte impronta

romana, bien podría tratarse de un reloj de aquella época sin ser un hallazgo excepcional, *si no fuese por la especial disposición de sus líneas horarias*

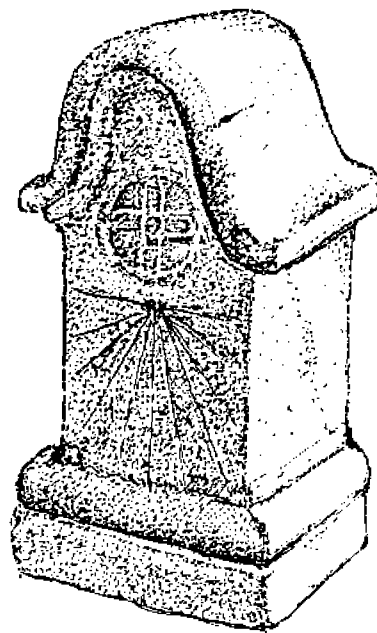


FIG. 2 RELOJ DEL CASTRO DE LA VENTOSA

El ángulo que cada línea horaria forma con la meridiana se midió sobre una fotografía y los resultados se expresan en la figura 3. La simetría de su trazado es aceptable y los errores pueden atribuirse a defectos de ejecución.

HORA	ÁNGULO VERTICAL (°)	HORA	ÁNGULO VERTICAL (°)
I	70.3	II	49.3
II	51.7	III	30.7
III	34.2	IV	13.3
IV	22.2	V	12.1
V	10.7	VI	12.3

cotas en m.m.
pie olímpico 16 dedos 308,6 m.m.

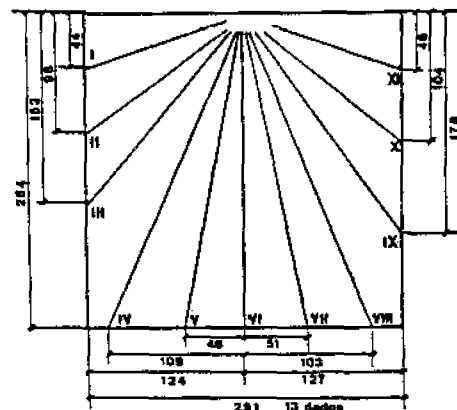


FIG. 3 RELOJ DEL CASTRO DE LA VENTOSA
- DIBUJO A ESCALA DE LAS LÍNEAS HORARIAS -

Las líneas horarias de un reloj de horas temporarias (desiguales), vertical, orientado, calculado para la latitud del castro de la Ventosa (42°36' N)

adoptan la disposición que se compara, en la figura 4, con las del reloj del museo. *Es patente la disparidad entre ambos conjuntos.*

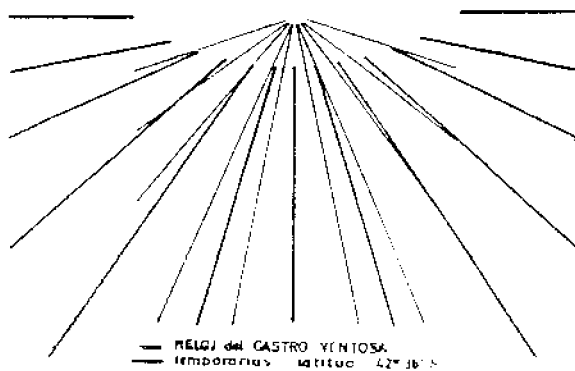


FIGURA 4 RELOJ DE CASTRO DE LA VENTOSA
COMPARACION CON HORAS DESIGUALES

Por el contrario la coincidencia de sus líneas horarias con las de un reloj de horas equinocciales (iguales), tal como se aprecia en la figura 5, no deja la menor duda sobre el tipo de horas que se grabaron en el reloj: *horas iguales.*

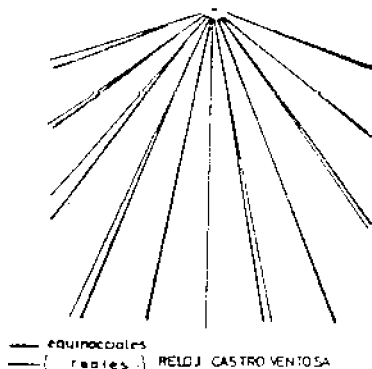


FIGURA 5. RELOJ DE CASTRO DE LA VENTOSA
-COMPARACION CON HORAS IGUALES-

Si este reloj fuese un resto arqueológico de época romana, *sería una excepción entre los relojes de aquella época*, pues utiliza como medida del tiempo las horas iguales en lugar de las desiguales.

VIII. RELOJ DE VILLAMARTIN DE LA ABADIA

En el cercano pueblo de Villamartin, junto al río Cua, se conserva, formando parte y adosado a la pila del agua bendita de la iglesia parroquial, un reloj de similares características. (figura 6)

Este segundo reloj se encuentra mucho mejor conservado que el del museo de Cacabelos. Da la sensación de estar inacabado, porque le falta el agujero de sujeción del gnomon.

Esta figura 6 pone de manifiesto con claridad la semejanza de ambos relojes, y lleva a suponer un común origen para ambas piezas. ¿Quizás un taller del vecino monasterio de Carracedo?

La proximidad de este gran monasterio, que fué un importante centro de cultura, junto con la reconocida habilidad de los canteros locales, da pie para pensar que hubo en aquella zona un taller con conocimientos suficientes para construir estos dos relojes

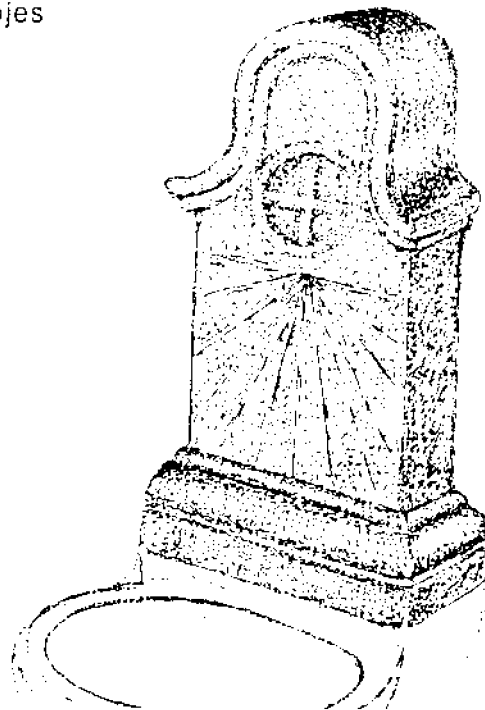


FIG. 6 RELOJ DE VILLAMARTIN DE LA ABADIA

IX CONCLUSIONES

La proximidad de *un reloj idéntico* en el vecino pueblo de Villamartin y la continuidad a lo largo del tiempo de la presencia de edificaciones en la cima de la colina, extienden una duda razonable sobre la posibilidad de que este reloj sea romano *salvo que se pueda demostrar de forma absolutamente incuestionable* que la pieza del museo de Cacabelos proceda, sin ningún género de dudas, de un *nivel romano de Bergidum*, (en cuyo caso, podría ser datado en un período comprendido entre los años 20 a.C. y fin del siglo III).

Por lo tanto parece más lógico suponer que el llamado "reloj de Cacabelos"

no proviene de un nivel arqueológico romano, sino muy posterior, y que probablemente *no es anterior al siglo XV*.

ya que está trazado con horas iguales, por lo que necesitaría un *estilo inclinado (Polos)* para funcionar correctamente.

No por ello queda sin valor el monumento de Cacabelos, que sigue siendo una valiosa pieza de museo dada su reconocida antigüedad, pero sin la importancia que tendría en la historia de la gnomónica el hallazgo de un *reloj romano diseñado para medir horas iguales* perfectamente conservado.

L. Hidalgo nos presenta los resultados obtenidos mediante el acoplamiento de dos relojes solares situados dos en el plano meridiano: uno polar oriental y occidental y el otro un Foster-Lambert. El conjunto, auto-orientable, presenta una serie de ventajas y facilidad de utilización que explica en este artículo:

UNA INTERESANTE COMBINACION

LUIS HIDALGO VELAYOS

El acoplamiento formado por la combinación de dos cuadrantes, uno polar occidental-oriental y el otro un Foster-Lambert, ambos situados en el plano meridiano, proporciona unos resultados muy superiores y con menores limitaciones que el ideado por Parent, ya que este no puede marcar las horas en los días cercanos a los equinoccios y pierde por lo tanto su capacidad de orientación.

El conjunto propuesto es UNIVERSAL (se adapta a cualquier latitud), es AUTO-ORIENTABLE, o sea que puede utilizarse como brújula solar, pues nos señala la línea meridiana N-S, marca TODAS las horas de insolación, independientemente de la latitud o época del año y, finalmente, es capaz de indicarnos la HORA OFICIAL.

Si a estas ventajas añadimos la simplicidad y facilidad de su trazado, formado por líneas rectas y un círculo, su sencilla justificación teórica, y el hecho de ser fácilmente transportable y de prescindir de la brújula convencional, nos encontramos con un nuevo y extraño artilugio gnomónico, interesante y sobre todo original.

I.FUNDAMENTOTEORICO:

El cuadrante de Foster Lambert es del tipo proyectivo acimutal, en la que su característica fundamental es que las marcas correspondientes a las distintas horas están señaladas en un círculo con separación uniforme de 15° (nomogéneas). Por esta razón se puede efectuar fácilmente la corrección angular que corresponde a la hora oficial.

En este cuadrante la varilla móvil productora de la sombra (que llamaremos Skioteron para distinguirla del Estilo o del Gnomon) forma un ángulo $\epsilon = 90^\circ \pm \phi/2$ (ϕ es la latitud local) y se desplaza por una escala de fechas cuyo semivalor es, siendo R el radio del círculo elegido, $d = R \operatorname{tg} 23^\circ 27' / \operatorname{tg} \epsilon$.

Lo que se acaba de exponer corresponde a un Foster-Lambert situado en un plano horizontal y para una determinada y única latitud.

El presente estudio responde a la pregunta:

¿Cómo construir un reloj de este tipo que sea universal y auto-orientable?

La primera parte de esta pregunta no entraña ninguna dificultad. Para hacerlo universal basta trazarlo para la latitud $\phi=0$, o sea para el Ecuador, y mantener el plano del cuadrante (horizontal en el ecuador) paralelo a sí mismo, con lo que colocado en esa posición en otra latitud, la incidencia de los

rayos solares es idéntica a la que tenía en el Ecuador (Figura 1). Para conseguirlo única-

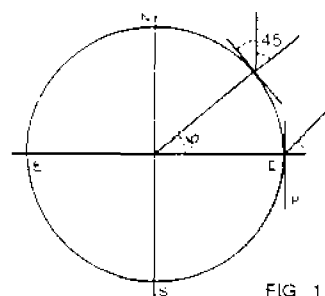


FIG. 1

mente tendríamos que deslizar el plano P, sobre un círculo graduado en grados, un ángulo igual a la latitud del lugar de utilización.

Si ahora lo combinamos con un reloj horizontal, de estilo paralelo al eje terrestre, tendríamos que dotar al estilo de una escala graduada para variar su inclinación con arreglo a la latitud y también de una serie, forzosamente limitada, de escalas horarias, que corresponderían a un número también limitado de latitudes de utilización, lo que haría su lectura engorrosa y poco exacta, en el caso de utilizarlo para alguna latitud intermedia.

¿Pero qué ocurre si en vez de utilizar el plano horizontal se substituye por el plano meridiano, plano vertical orientado en la dirección N-S?

El cuadrante horizontal se transforma en un cuadrante polar oriental-occidental de estilo polar y el Foster Lambert deberá ser calculado y dibujado en ambas caras de dicho plano meridiano.

Si lo ejecutamos de esta manera lograremos que el conjunto puede situarse en el plano meridiano, y por tanto orientarse cuando ambos cuadrantes (polar y Foster-Lambert) indiquen la misma hora, como ocurre cuando coexisten dos tipos diferentes de reloj y sus indicaciones se basan en distintas coordenadas, por ejemplo azimuth y altura solares. (Ver "Relojes solares autoorientables" de J. Velilla, publicado en "Analema" n° 5).

Y ¿cómo llevar a cabo un Foster Lambert situado en el plano meridiano?

Si nos atenemos al llamado "principio de equivalencia", en el cual se postula que un plano dado tiene su equivalente en un punto del globo terrestre de coordenadas $\{\phi', \lambda'\}$, donde dicho plano es horizontal, tendremos que calcular en qué punto de la Tierra, un plano meridiano se transforma en horizontal. Intuitivamente se ve que si un plano meridiano, que pasa por el centro de la Tierra, se desplaza paralelamente hasta que toque tangencialmente a la superficie del Globo (Figura.2), lo hará evidentemente en un punto del Ecuador terrestre y la diferencia en longitud será de 90° o sea 6 horas.

De un modo analítico (ver "Analema" 2 páginas 5 / 11) llegaríamos a la misma conclusión dado que $\sin \varphi' = \sin \varphi \cos i - \cos i \sin D$, en la que φ' y φ son respectivamente las latitudes "equivalente" y del lugar, i la inclinación del plano sobre la horizontal y D la "declinación gnomónica", ángulo que forma con respecto al primer vertical (línea E-W).

Si sustituimos los valores correspondientes al plano meridiano, en el cual se verifica que

$$i = 90^\circ \text{ y } D = 90^\circ, \\ \cos i = \cos D = 0$$

$$\text{y por tanto } \sin \varphi' = 0 \text{ y } \\ \varphi' = 0^\circ, \text{ ó } \varphi' = 180^\circ,$$

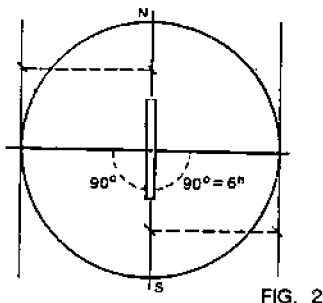


FIG. 2

cualquiera que sea el valor de φ , como se desprende de la fórmula anterior. Esto significa que todo plano meridiano, en cualquier lugar de la Tierra siempre tiene su "equivalente" horizontal en el Ecuador, en las dos posiciones determinadas por $\varphi' = 0^\circ$ y $\varphi' = 180^\circ$. Uno de ellos corresponde a la cara oriental y el otro a la occidental

Para el cálculo de la diferencia de longitud (DL) se emplea la fórmula $\sin DL = \sin D \cdot \sin i / \cos \varphi'$; como $D = i = \varphi' = 0^\circ$, $\sin DL = 1$ y $DL = 90^\circ$ o 6 horas., como ya se había indicado anteriormente.

Todo se reduce a calcular un reloj de Foster-Lambert para el Ecuador. En el ejemplo que desarrollamos adoptamos para el radio de la circunferencia donde se marcan las horas $R = 8$ cms.

$$\varepsilon = (90^\circ + \varphi') / 2 ; \quad \varphi' = 0^\circ ; \quad \varepsilon = 45^\circ$$

$$d = R \cdot \tan \delta / \tan \varepsilon ; \quad \delta = 23^\circ 27' \quad d = 3,46 \text{ cm.}$$

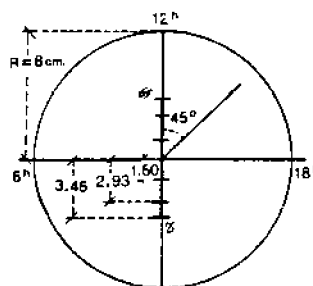


FIG. 3

nos permite graduar la escala de desplazamiento del skioterón, o gnomón móvil. (Fig 3)

Construido este cuadrante en un plano horizontal para el Ecuador, hemos de situarlo en un plano meridiano, por ejemplo en Madrid ($\varphi = 40^\circ 23'$, $\lambda = 3^\circ 41' W$). El plano meridiano de Madrid es un plano vertical cuya línea de máxima pendiente pasa por el centro de la Tierra, formando con el eje terrestre N-S un ángulo igual a la colatitud ($90^\circ - \varphi$). Para que la meridiana local en el Ecuador

sea paralela en el plano meridiano y vertical de Madrid es evidente que debe formar con la línea de máxima pendiente (LMP) un ángulo igual a la colatitud, orientado hacia la izquierda si se trata de la cara oriental y hacia la derecha en el caso de la occidental. (Fig 4)

También se llega analíticamente al mismo resultado ya que $\sin \beta = \cos \varphi \cdot \sin D / \cos \varphi'$, y como $D = 90^\circ$ y $\varphi' = 0^\circ$; $\sin \beta = \cos \varphi$; $\beta = (90^\circ - \varphi)$.

β es el ángulo que forma la línea de las XII (meridiana en el punto $[\varphi', \lambda']$) con la LMP del plano vertical meridiano. Y como este es el ángulo que forma el estilo del cuadrante oriental-occidental

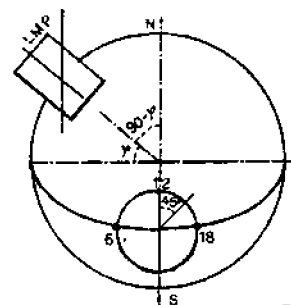


FIG. 4

con la LMP, la escala de desplazamiento y el estilo polar forman con el horizonte un ángulo igual a la latitud, lo que nos permite ajustar ambos cuadrantes mediante un giro simultáneo, para una latitud determinada

La proyección ortogonal del estilo del cuadrante oriental-occidental sobre el plano meridiano de Madrid es también la recta sobre la que se desplaza el skioterón y ambos forman con el horizonte un ángulo igual a la latitud de Madrid. Por tanto si representamos el plano meridiano mediante un disco circular, portador de ambos cuadrantes, graduado de 0° a 90° (escala de latitudes), como se muestra en la figura

5, conseguiremos adaptarlo a cualquier latitud con un único giro. Obtenemos así, de esta forma tan sencilla y rápida la "universalización" del reloj, sin perder la propiedad de la "auto-orientación".

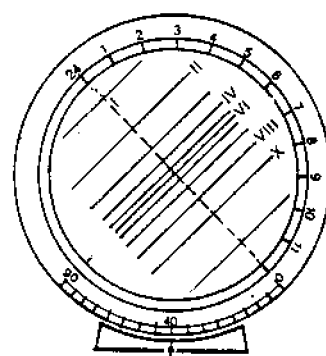


FIG. 5

Solo nos queda situar adecuadamente los numerales que identifican las horas. Como se ha visto anteriormente la diferencia de latitud, para cualquier meridiano e independientemente de la latitud, es siempre de 6 horas, que expresa que en el punto φ' , λ' es de $90^\circ E$ con respecto a su meridiano y en φ'' , λ'' de $90^\circ W$

Finalmente hemos de calcular la longitud mínima del skioterón para que su sombra llegue a cortar el círculo horario en las circunstancias más desfavorables, lo que ocurrirá el día 21 de

Junio para marcar las 6 horas de la mañana.

Su cálculo se reduce a resolver un triángulo (como se indica en la fig. 7). Tomando como base $R=8$ cm,

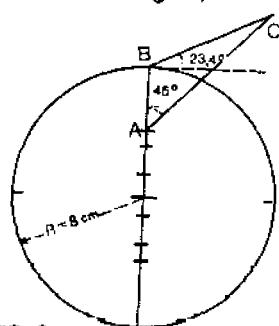


FIG. 6

$AB=8-3,46=4,54$;
el ángulo $A=45^\circ$ y el
 $B=90^\circ+23,43^\circ=$
 $113,43^\circ$, luego: $C=$
 $=21,56^\circ$. y teniendo
en cuenta que:
 $(4,54/\sin 21,56) =$
 $= (L / \sin 113,43)$
se obtiene finalmente
 $L=11,33$ cm.

En cuanto a las líneas horarias del cuadrante polar oriental-occidental, solo queremos indicar que como el reloj debe ser apto para cualquier latitud debemos inscribir el máximo de horas posible, exceptuando las 12 y las 24 horas, pues su trazado no es posible en estos cuadrantes, como es bien sabido. Su trazado es sencillo y se efectúa utilizando la fórmula $d = a \cdot \tan H$, donde "a" es la separación del estilo polar del plano meridiano y "d" la distancia de cada línea horaria, partiendo de las 6h., para los diferentes valores de $H = \pm(15^\circ; 30^\circ; 45^\circ; 60^\circ; 75^\circ)$. Sus valores, para $a=17$ mm. son: 0,45 ; 0,98 ; 1 ; 1,72 ; 2,94 y 6,34

II. REALIZACION PRACTICA (fig 7)

Adoptamos para el radio del círculo $R=80$ mm. y para altura del estilo del cuadrante polar $a=17$ mm., como antes se ha indicado.

En las cada una de las dos caras de un disco metálico o de otro material indeformable, de 100 mm de radio, se trazan las líneas horarias que corresponden al cuadrante polar oriental y occidental respectivamente (ambas son imágenes especulares, por lo que en lo sucesivo no se hará referencia mas que a la cara oriental)

A este disco se superpone el círculo móvil, que lleva inscritas las horas que corresponden al cuadrante de Foster Lambert. Este círculo móvil horario tiene las doce horas solares enfrentadas con la indicación "0" de la escala de corrección de la E.T que se indica más adelante.

En la línea diametral de las 6-18 horas se practicará una ranura por donde ha de desplazarse el skioteron,

que se situará de acuerdo con la fecha, mediante la escala de signos dibujada con este fin. El skioteron (doble, uno para cada cara) es solidario con el estilo polar, por lo que ambos se desplazarán simultáneamente. Una vez en su posición adecuada se fijará mediante un tornillo prisionero.

El disco lleva en su periferia una escala graduada en grados, con objeto de poder darle la inclinación requerida por la latitud del lugar de observación. También lleva una escala que permite efectuar la corrección correspondiente a la E.T. (Ecuación del Tiempo), graduada en minutos (-14 a +16 min.)

Es fundamental que el disco se mantenga vertical en el plano del meridiano y su diámetro 6-12 con la inclinación necesaria. Para conseguirlo se fijará perpendicularmente sobre una cama que lleva una ranura donde puede encajarse y un índice para situar la escala de inclinación del disco en la latitud adecuada.

Esta camilla deberá disponerse en un plano horizontal mediante tres tornillos nivelantes.

Tanto el plano que contiene el skioteron como el estilo del reloj polar han de mantenerse perpendiculares al plano del disco.

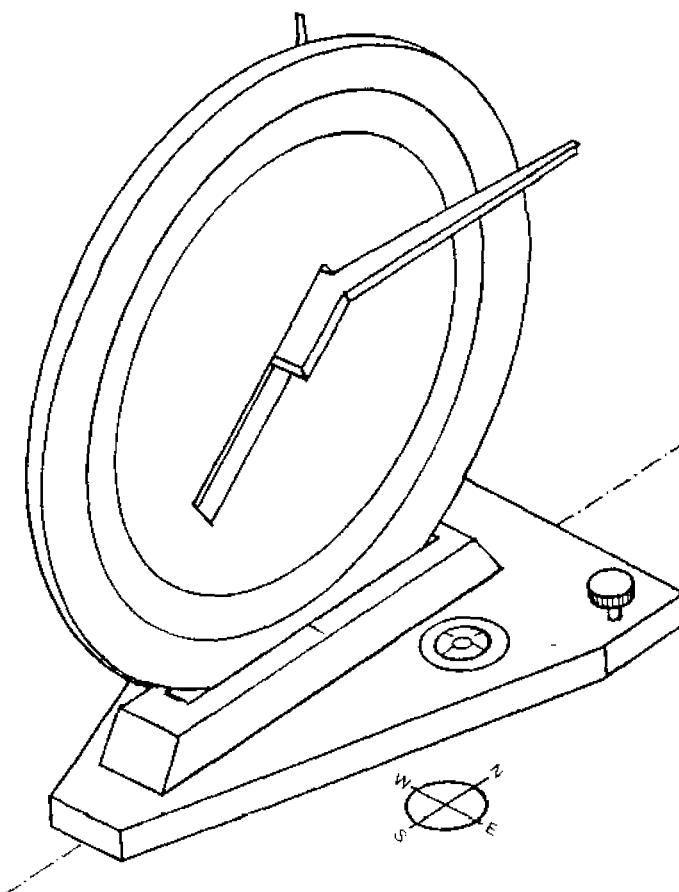


FIG. 7

III.FUNCIONAMIENTOYMODODEEMPLO

En la figura adjunta se representa al cuadrante dispuesto para señalar la hora solar el día 21 de Junio en Madrid [$40^{\circ}24' N$; $14^{\circ}45' W$].

Para preparar adecuadamente el reloj, la primera operación es introducir el disco en la ranura de su cama soporte, de tal modo que el índice que ésta lleva se enfrente con la marca de la escala del disco que corresponda a la latitud del lugar de empleo. ($40^{\circ}24'$)

En segundo lugar se colocará el skioterón en el lugar que corresponda a la fecha de observación (21 Junio) y se orientará (aproximadamente) hacia el Norte la parte anterior del soporte, marcada con una N.

A continuación se nivelará el conjunto, mediante los tornillos de nivelación y un nivel de burbuja.

Una vez efectuadas las anteriores operaciones y con objeto de situar el disco en el plano meridiano, se girará ligeramente el cuadrante hacia la derecha y la izquierda, hasta que las sombras arrojada por el estilo y el skioterón indiquen la misma hora, momento en el cual el cuadrante quedará perfectamente ORIENTADO y DISPUESTO para marcar las horas durante este día. (Se observa en el ejemplo que la sombra marca las $8^h 25^m$ solares en ambos cuadrantes simultáneamente)

¿Que correcciones serán necesarias para que el cuadrante nos dé la Hora Oficial ?

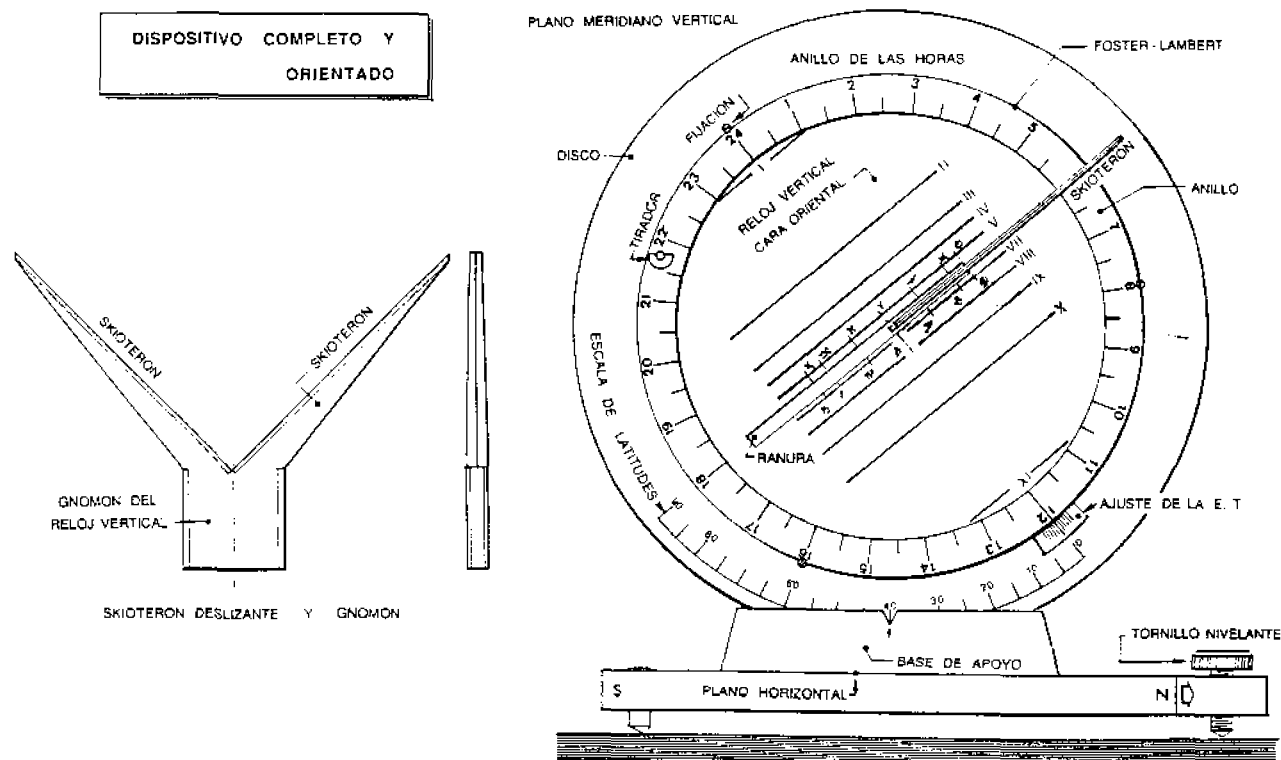
Si tenemos en cuenta que en esta época del año la hora oficial lleva un adelanto de dos horas sobre la correspondiente a su huso horario, y que la longitud de Madrid origina un retraso de 15^m sobre el meridiano 0, el desfase constante dentro de esta estación será de $2^h 15^m$.

La Ecuación del Tiempo en ese día es de 1^m positivo, según indica la tabla que acompaña al aparato.

El desfase total será por lo tanto de $2^h 16^m$ (dos horas y dieciseis minutos)

Si por medio del tirador desplazamos los círculos móviles situados en ambas caras, oriental y occidental, la sombra que caía en las $8^h 35^m$, hora solar, después del giro marcará las $10^h 51^m$ y si dejamos el círculo en esta situación, el cuadrante quedará dispuesto para indicar la HORA OFICIAL en las horas matutinas. Si operamos de manera análoga con el cuadrante occidental, serán la escala que corresponde a las horas vespertinas las que queda transformada para señalar la hora oficial, que, naturalmente, *ha de coincidir* con las que marque nuestro reloj de pulsera. Esta coincidencia nos sugiere otro sistema más sencillo, una vez orientado el reloj, para ajustar simultáneamente las correcciones por ecuación del tiempo, diferencia de longitud y hora oficial o de verano.!

Evidentemente la posición del skioterón y el ajuste debido a la Ecuación del Tiempo han de ser actualizadas periódicamente durante el transcurso del año.



En la Sección de "notas y Comentarios" de nuestro Boletín anterior se planteaba la cuestión de la significación, como término de gnomónica, de la palabra "CUADRANTE". Para debatir este tema apelábamos la erudición y conocimientos, tanto semánticos como históricos, de nuestros lectores. A continuación presentamos los primeros comunicados que hemos recibido sobre este interesante asunto.

De Relox a Cuadrante

MANUEL MARIA VALDES

En el anterior número de "Analema" (Notas y Comentarios 6) se planteaba la cuestión, que quizás pudiéramos considerar como excesivamente "académica", de la conveniencia y propiedad de utilizar el término "cuadrante" como designación genérica de cualquier tipo de "reloj solar".

Aunque en la actualidad ambos términos sean equivalentes y casi sinónimos, la ampliación del sentido específico, y más restringido, que tuvo en su origen la palabra "cuadrante" y su incorporación al léxico gnomónico con su acepción actual no se ha efectuado hasta época relativamente reciente.

Nuestros autores clásicos no la utilizaron con el significado genérico que hoy comúnmente le damos: (cuadrante = reloj de Sol), sino con el más restringido de "cuarto de círculo graduado", refiriéndose al cuadrante como instrumento geométrico, topográfico o astronómico destinado fundamentalmente para medir ángulos verticales, por ejemplo alturas de los astros.

Como prueba de esta aseveración se relaciona una serie de autores anteriores a 1880 que NO UTILIZARON en sus textos la palabra "Cuadrante" como denominación de ningún tipo de relou, o reloj

Año	Autor	Título
1.250	Alfonso X	tablas del Rey D. Alfonso reloj de la piedra de la sombra
1.549	Hugo Helt	Declaración y uso del relou español
1.575	Pedro Roiz	libro de relojes solares
1.585	Arphe	Varia .. Reloues horizontales ..
1.598	Rojas	De la fabrica de relojes de sol
1.600 ?	García de Cespedes	Libro de relojes de sol
1.620	Pedro Manrique de Castilla	Arte de hacer relojes horizontales y verticales
1.633	Lopez de Arenas	tratado de alarifes y relojes de sol
1.642	de la Hire	horloges solaires ou cadrans
1.645	Sainte Marie Magdelaine	horlogiographia cadran horloge
1.627-76	P. José Zaragoza	descripción de relojes solares por trigonometría de los problemas necesarios para la descripción de los relojes
1.641-95	Juan Francisco Petrey S.J. (Franco Condado)	... relojes... .. relojes ..
1.650 ?	Juan Mora Palomeque	Tablas para formar relojes de sol
1.674	Davila y Heredia	Noticia para trazar relojes
1.707	Tosca	tratados de arquitectura civil.. y relojes
1.709	Fray Paqtricio	(Valencia) Libro De Varios y Diferentes Reloues Portatiles
1.727	Alvarez	Breve tratado de los relojes solares y Arquitectura
1.792	Grulle	Arte de gobernar los relojes de sol ..
1.772-1.868	Juan Francisco Suarez Parada	Tratado vulgar sobre la construcción de cuadrantes y relojes de sol

Para no hacer interminable la lista se omiten la mayor parte de los manuscritos relacionados en MANUSCRITOS RELOJEROS (J. Basanta). En ninguno de los manuscritos se emplea una denominación distinta de relojes, relojes, Horolographia para estos artefactos.

Proseguimos el tema anterior con esta colaboración de nuestro reciente asociado V. Pérez-Vilar, quien nos lleva de la mano por un recorrido, o más bien excursión filológico-histórica, por el austero campo de los "diccionarios de autoridades". Llegamos a la conclusión de que "CUADRANTE" puede tener ambos significados según que su procedencia etimológica sea del latín : "QUADRANS" o del francés : "CADRAN"

¿ Cuadrante o Reloj Solar?

VICTOR PEREZ-VILLAR

La denominación *Reloj Solar* ya fué empleada por Pedro Roiz en su libro "Los Reloges Solares" (1575) y también aparece en los glosarios del año 1400 en El Escorial y Toledo.

Según Corominas¹ la palabra *Reloj* proviene del catalán antiguo y dialectal *Relotge* (Hoy día "Rellotge") que se deriva del latín "*Horologium*", y éste del griego *ορολογιον* compuesto de *ορα*, tiempo, y *λγειν*, contar. En catalán aparece por primera vez en el "Libre dels Angels de Eiximenis" (1382) y la forma valenciana *Relonge* ya se lee en Jaume Roig. Al pasar *Relotge* al castellano se convirtió en *Reloxe* y de su plural, se hizo *Reloj*.

Corominas no hace constar, en ningún caso, relación entre *Reloj* y *Cuadrante*, o viceversa, y además esta última acepción no aparece en su "Diccionario Crítico.."

No existe la palabra *Cuadrante* en el "Tesoro de la Lengua Castellana" (1611) de Covarrubias, mas sí encontramos el término *Relox Solar*.

Análogamente ocurre en el "Diccionario de Autoridades" (1728), donde se describe el *Relox de Sol o solar*² y sus distintas variedades, pero no aparece la acepción de *Cuadrante*.

Pero al fin en el "Diccionario Castellano" (1765) de Esteban Terradas y Pando, encontramos esta palabra como:

CUADRANTE: Instrumento matemático, cuarto de círculo dividido en noventa grados. Francés: *Quadran*. Latín: *Quadrans circuli mathematicus*. Italiano: *Quadrante*

CUADRANTE: Se llama también a cualquier reloj de Sol. Francés: *Quadran a Soleil* o mejor *Cadran Solaire*. Latín: *Horologium Solaris*

Es decir que cualquiera de estas dos formas es válida para este Franciscano, erudito del siglo XVIII. Y tanto es así que al buscar Reloj de Sol en su diccionario encontramos:

RELOJ DE SOL: Cuadrante (..)

El caballero sevillano Don Pedro Mexia, autor de "Silva de Varia Lección" (1542) en su Silva XX Tomo III, que comienza con la siguiente apostilla:

" En el cual se ponen algunos avisos y maneras de tomar perfectamemnte la sombra del mediodia y la línea meridiana, y cómo se conocerán las cuatro partes del mundo".

nos habla del Cuadrante como un instrumento, que al igual que el Astrolabio, sirve para hallar las alturas del Sol. Así nos dice:

"... Hecho el círculo en el suelo llano y puesto un astil como quadrante o astrolabio tómesese la altura del Sol"

Cuando se refiere al reloj de Sol lo denomina "cuadrantesolar" o "Cuadrante Horario" e incluso también usa las palabras "Reloj Solar":

"... Cuando estuviera en lugar conocido y tuviere cuadrante horario o astrolabio o otro instrumento con que se pueda saber la hora"

Puede deducirse de lo anteriormente expuesto que si la palabra "Cuadrante" procede del latín "*Quadrans*" es aplicable al instrumento de medida de altura angular; pero si se deriva del francés "*Cadran*" se refiere al Reloj de Sol, y lo denominaremos "*Cuadrante solar* u horario"; y que el término *Reloj de Sol* proviene del catalán dialectal.

V.P.V.

¹ Diccionario Crítico Etimológico Castellano e Hispano. (1765)

² Véase pagina 561, Tomo III.

COMENTARIO DE LA REDACCION:

Sin entrar en el contenido de los dos artículos precedentes, queremos hacer constar nuestra satisfacción por ser la primera vez que un tema o cuestión propuesta en el Boletín "ANALEMA" haya suscitado tan manifiesto interés entre nuestros asociados, que nos han remitido tres artículos de colaboración sobre este asunto. El primero de ellos es de nuestro ya habitual colaborador M.M. Valdés, que aparece frecuentemente en las páginas del Boletín, y el segundo del joven y reciente asociado V. Perez Vilar. En la página siguiente publicamos un tercer artículo sobre el mismo tema, del cual es autor el distinguido gnomonista portugués Vasco Nuno de Melo

Vasco Nuno de Melo, distinguido gnomonista portugués, nos remitió hace tiempo un artículo sobre el donde establece una interesante hipótesis sobre el significado y etimología de la palabra "Cuadrante". El debate suscitado sobre la procedencia y uso de este término como designación genérica de "reloj de sol" nos aconseja publicarlo en este lugar, como complemento de los dos artículos anteriores. M.L.

NOMENCLATURA: El nombre de "cuadrante".

VASCO NUNO DE MELO

Se admite generalmente, por los gnomonistas, que el nombre de "Cuadrante" proviene del tiempo de los Sumerios, que utilizaron instrumentos astronómicos hechos con un cuarto de círculo.

No ofrece duda que fueron los Sumerios quienes inventaron y desarrollaron las unidades de medida, desde el sistema sexagesimal que aún hoy se utiliza, hasta las cronológicas, como la división del día y el calendario. Sin embargo dudo que hayan dado el nombre de "cuadrante" al reloj solar, e incluso que fuesen los inventores del conocido instrumento hecho de un cuarto de círculo.

Este célebre instrumento astronómico es muy antiguo, mas no anterior al siglo III A.C. Tal vez ni siquiera sea anterior al siglo II. A.C., pues si el "astrolabio" es atribuido a Hiparco de Nicea (190-120 A.C) no me parece posible creer que el "cuadrante" haya sido inventado con anterioridad al astrolabio.

Por tanto lo más probable es que haya sido el mismo Claudio Ptolomeo quien lo haya descubierto en el siglo II D.C. Precisamente la primera representación gráfica conocida es un capitel del siglo X en el que figura "Ptolomeo con el cuadrante que inventó...".

Otra cosa que me hace dudar del origen del nombre de "cuadrante" (que sí es propio del instrumento astronómico) aplicado a los relojes de Sol es que solamente se encuentra esta definición en libros del los siglos XIX y XX.

Sea como fuere, llevado por mi escepticismo sobre este asunto, comencé a investigar otros indicios que me pudiesen aclarar el verdadero origen del nombre de "cuadrante" aplicado a los relojes solares. Así empecé a estudiar los "analemmas" antiguos, comenzando por el de Vitrubio., como es natural.

Como es sabido, el analemma que Vitrubio atribuye a Beroso nos indica como construir el reloj más antiguo: el "Semicírculo Excavado".

Este analemma se encuentra descrito en el capítulo VIII del libro IX de su Tratado "LOS DIEZ LIBROS DE ARQUITECTURA" (Nota del traductor: se

omite la descripción completa del trazado de este analemma que figura en el original, incluyendo solamente el siguiente resumen: (Ver Nota * a pié de página)

El trazado de su analemma y la nomenclatura que emplea pueden verse en la figura siguiente, en la cual el círculo central, con centro en A, representa la sección de la esfera celeste por un plano meridiano; AB es el gnomon y el punto C es la proyección de la sombra del extremo del gnomon en el equinoccio y por consiguiente la línea QP es el eje de la esfera celeste o AXON. El pequeño círculo de centro en D es un círculo auxiliar que Vitrubio llama MANEIOS y sirve para determinar la declinación solar ($\pm 24^\circ$ en los solsticios de Verano e Invierno). Los semicírculos de centro en O y M representan el arco semidiurno abatido sobre el plano del dibujo. (Ver Nota **)

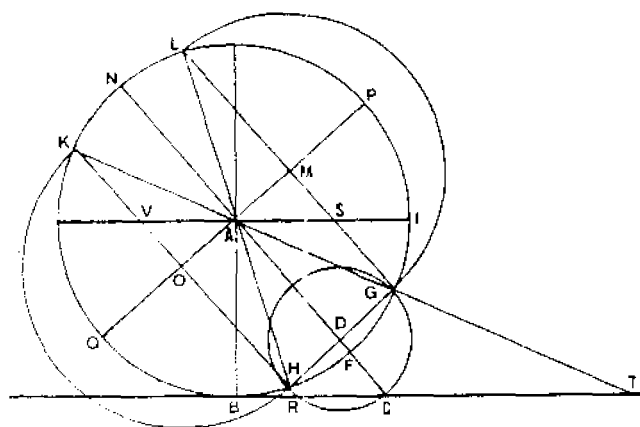


FIGURA 1: ANALEMMA DE VITRUBIO

Podemos considerar a este analemma como "padre y madre" de todos los trazados de relojes solares, en la antigüedad.

En el "hemisferium" excavado era muy incómodo efectuar la lectura del "tiempo" (calendario y hora), pues solo podía ser observado desde arriba.

Según Vitrubio el mismo Beroso construyó el "hemisferium", observando que si se cortase la semiesfera por el medio y se dispusiese el gnomon

Nota* El autor se refiere a la edición de 1787 de "Los diez libros de Architectura" de M. Vitruvio Polion" traducido del Latín por D. Joseph Ortiz y Sanz. Existe una edición más reciente de Vitrubio en castellano (1955) de D. Agustín Blanquer.

Nota** Una descripción muy detallada del Analemma se expone en el artículo de R. Soler Gayà publicado en R.OP (diciembre 1988): "Interpretación del Analemma de Vitrubio", por lo que se ha resumido esta parte del artículo de V. Nuno de Melo.

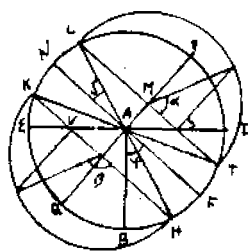


FIG. 2. ESFERICO

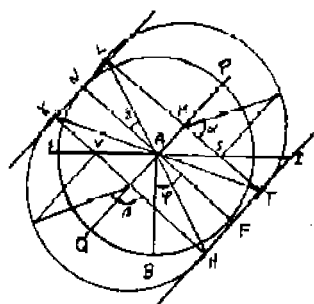


FIG. 3. CILINDRICO

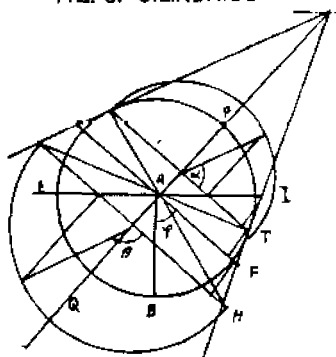


FIG. 4 CONICO

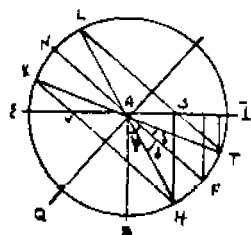


FIG. 5. ESFERICO MODIFICADO

¿No nos resulta muy sencillo ver aquí el verdadero origen del nombre "cuadrante" aplicado a los relojes de Sol ?

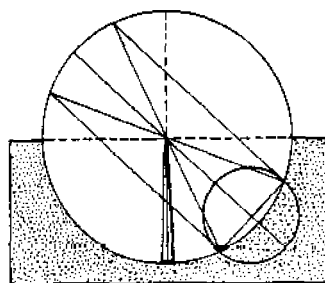


FIG. 6 HEMISFERIUM

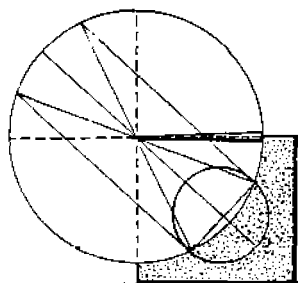


FIG. 7 HEMICIRCULUM

horizontalmente, manteniendo su extremo -NODO- en la misma posición, y se colocase sobre una columna la lectura de las horas podría ser efectuada desde cualquier lugar.

Este fué el origen del "Scaphe" (excavado) esférico.

Desde el nacimiento del "esférico" cerca del siglo IV A.C hasta el siglo X ó XI se puede decir que todos los cuadrantes conocidos se basaban en el analemma que nos ha sido transmitido por Vitrubio.

Solamente variaba la forma geométrica de la concavidad con la que fueron excavados (figuras 2 a 5)

Observemos los correspondientes analemmas:

¡ Estamos viendo los analemmas que han sido utilizados durante más de 1500 años para el trazado de los cuadrantes solares !

Para mí no ofrece ninguna duda. El nombre de "cuadrante" nació en la Grecia antigua, precisamente en el momento en que el reloj "hemisférico" pasó a ser "hemicírculo". o sea cuando pasó a ser excavada la piedra con la forma geométrica de un cuarto de esfera

Por tanto el nombre del CUADRANTE proviene de "1/4 de esfera" y no, como se dice a veces, de la "cuarta parte del círculo" ya que este instrumento probablemente aún no había sido inventado; y de haberlo sido serviría para tomar las alturas de los astros y no para ser utilizado como reloj de Sol

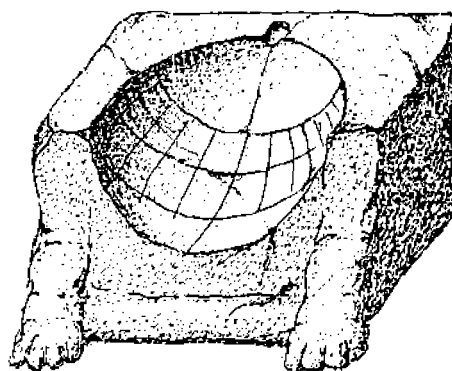


FIG. 8 CUADRANTE GRIEGO DEL SIGLO II A.D..

Hemicírculo. Cuarto de Esfera

En realidad los únicos modelos que están hechos en un cuarto de esfera hueca son: el "esférico" y el "esférico modificado". Todos los demás, aunque sea difícil distinguirlos ya que nos parecen tallados en una esfera, no serían "esféricos".

¡ Señor gnomonista ! De aquí en adelante cuando alguien le pregunte cual es el origen del nombre de Cuadrante, referido al reloj de Sol, puede decir que casi todos los relojes conocidos en la antigüedad estaban diseñados en un cuarto de esfera, y que esta costumbre se reflejó hasta la Edad Media, como puede verse en el cuadrante del célebre "Ponte Vecchio" de Florencia, que siendo un cuadrante "Canónico" también ha sido tallado en un cuarto de esfera

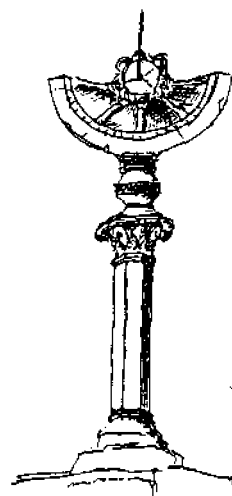


FIG. 9 CUADRANTE Ponte Vecchio. -Florencia-

- V. N. M. -

P. Dantillo comenta en esta sección unos párrafos de la "Historia del Capitan Contreras" en la que se habla de los relojes solares utilizados por los ermitaños a principios del siglo XVII. El texto nos ha sido remitido por nuestro socio corresponsal en Leon, José Luis Lorente Aragón. También se incluye una nota sobre el autor de "El reloj de Mr. Pottermack", publicado en el número anterior de "Analema" ED

VIDA DEL CAPITAN CONTRERAS

J.L. Lorente nos remite un fragmento de la increíble autobiografía del Capitán Alonso de Contreras, arquetipo del soldado de fortuna, de comienzos del siglo XVII. Nacido en 1582, a los quince años marcha a Nápoles y a Malta, donde sienta plaza de soldado. Posteriormente se hace corsario contra los turcos, recorre todas las islas y puertos del archipiélago griego y castiga y saquea las costas de Berbería. Regresa a España donde es promovido Alférez. En un momento de desengaño se retira al monte para hacer vida de ermitaño. Es puesto en prisión, marcha a Flandes, vuelve a Malta y regresa a España donde es nombrado Capitán. Es envenenado dos veces, va a las Indias donde lucha con los piratas en Cuba y Puerto Rico y desde Santo Domingo regresa de nuevo a España, donde habla con Felipe III. En Roma es recibido por Papa, y en Malta es armado caballero de San Juan...

Fué amigo de Lope de Vega, quien lo hospedó en su casa y le dedicó "*El Rey sin reino*", en el que figura en su dedicatoria: "Digno sujeto fueran de larga historia o de poema heroico tantas y tan innumerables empresas"

Y, finalmente, escribió su "VIDA" en once días...

En uno de estos vertiginosos episodios decide hacer vida de ermitaño. Así nos lo relata:

".. entré en cuenta conmigo y me resolví el irme a servir al desierto a Dios, y no más Corte ni Palacio. Entré en Madrid y fuime a mi posada, donde perseveré en mi propósito y traté de mi viaje, que fué el irme al Moncayo y fabricar una ermita en aquella montaña y acabar en ella."

"....Compré los instrumentos para un ermitaño: cilicio y disciplinas y sayal de que hacer un saco, un RELOJ DE SOL, muchos libros de penitencia, simientes y una calavera y un azadoncico....."

El reloj de arena ha sido considerado iconográficamente como símbolo del paso del tiempo y de la brevedad de la vida, y como tal se encuentra en numerosas representaciones pictóricas de santos eremitas; mas no teníamos noticia de que el Reloj de Sol fuese utilizado con este objeto, ni conocemos nign grabado o repertorio hagiográfico en el que figure este instrumento.

Aunque, según Contreras, su empleo debía ser tan habitual como la calavera o los cilicios..... (!)

EL RELOJ DE Mr. POTTERMACK

En esta misma Sección del anterior Boletín (nº7) se reproducía parcialmente la página 6 de una narración detectivesca, en la que se describe un reloj solar relacionado con Mr. Pottermack.

No se indicaba título, ni nombre del autor, ya que se proponía a los lectores (que se suponía mayores de 70 años) que rebuscasen en sus recuerdos, incluso invocando a Mnemosine, madre de las Musas y Diosa de la Memoria.

Sorprendentemente, dada su escasa relación con la Gnomónica, hemos recibido varias consultas sobre el autor y título de esta narración. Los datos que nos han sido facilitados por la Editorial son:

Título: El Cuento del Dr. Thorndyke

Autor: Richard Austin Freeman

Traducción del inglés: Consuelo Rocha

Editor: Editorial Molino. Serie Oro.

Año de Publicación: 1935

Precio: 0,90 pesetas.

R.A. Freeman (1872-1943) fué un conocido y ameno escritor de "mystery stories" o novelas detectivescas. Licenciado en Medicina, como Conan Doyle, creó un personaje, el Dr. Thorndyke, cuya primera aparición se produjo en *The red thumb mark* (1907), traducida como *La Huella Roja*.

El Dr. Thorndyke superaba en mucho los amplios conocimientos de su ilustre predecesor, Sherlock Holmes, en medicina legal, antropología, psicología, dactiloscopia, grafología, balística, criptografía, química, matemáticas... ¡ Dotado de tan extensos conocimientos no es extraño que pudiese resolver fulgurantemente los mayores misterios. !

Freeman fué el primer novelista que desarrolló estas "historias" en sentido inverso, es decir que desde desde el comienzo de la narración, el lector ya sabe quien es el delincuente y por lo tanto desaparece el "thrilling", que deberá ser sustituido por un impecable e implacable desarrollo lógico, casi una demostración matemática, y a ser posible, por el brillante estilo literario del narrador

Esta técnica narrativa ha sido posteriormente muy utilizada por otros autores, mas su reciente popularidad es debida al empleo sistemático que de ella se hace en la conocida serie televisiva del "Teniente Colombo", tuerto y desastrado pero famoso detective, cuyos singulares métodos de trabajo, ya que no su aspecto, son indudablemente reminiscentes de los del Dr. John Thorndyke ML

LAS NOTICIAS Y COMENTARIOS QUE SE PUBLICAN EN ESTA SECCION SE TRANSCRIBEN BAJO LA EXCLUSIVA RESPONSABILIDAD DE SUS COMUNICANTES O COMENTARISTAS. LA ASOCIACION NO SE HACE RESPONSABLE EN NINGUN CASO DE SU CONTENIDO O EXACTITUD

NOTAS Y COMENTARIOS

1. CUENTA BANCARIA DE LA ASOCIACION

Nuestros amigos banqueros nos comunican una nueva y tercera variación de los datos de identificación de la cuenta corriente de Tesorería abierta por esta Asociación en el Banco Central.

El número dirección de esta (malhadada) cuenta son actualmente los siguientes:

BANCO CENTRAL-HISPANOAMERICANO
SUCURSAL DE STA. ENGRACIA. 47. 28010-MADRID
ASOCIACION DE AMIGOS DE LOS RELOJES DE SOL
C/C 2714033679 JV

2. EFEMERIDES PARA 1994

Como el año anterior M.M. Valdés ha calculado mediante ordenador los valores de la declinación solar y ecuación del tiempo para 1994. Este año ha añadido, además, las fases de la Luna. Todos estos datos están referidos a las 12 horas T.M.U.

Los valores de la E.T. se expresan en minutos y segundos, de tiempo como es natural, y los de la declinación solar en grados y decimales. Las fases lunares vienen indicadas por su signo, situado junto al día correspondiente.

Dado el habitual retraso en la publicación y recepción de este Boletín, se ha decidido insertar esta tabla en el presente número de "Analema" que corresponde al segundo cuatrimestre de 1993. ED

3. ACTIVIDADES DE NUESTROS ASOCIADOS:

3a. CONFERENCIA EN BARCELONA: El día 12 de Mayo nuestro asociado Andrés Majó Díaz pronunció una interesante y documentada conferencia sobre los relojes solares del Castillo de Montjuïc.

Expuso con detalle algunos interesantes datos históricos de la medición del arco de meridiano entre Dunkerke y Barcelona efectuada por Delambre y Mechain, cuyo extremo final fué precisamente Montjuïc, y que sirvió de base para establecer la longitud del metro. Aclaró que unos hitos, que se suponían eran referencias de la triangulación de Mechain son en realidad una traza de la meridiana y la dirección de los cuatro puntos cardinales; no son relojes de sol como se había supuesto con anterioridad.

No obstante, ha logrado identificar dos relojes solares en Montjuïc. Uno de ellos, realmente interesante, es vertical declinante y está grabado sobre la pared de la Torre del Homenaje. Fechado en 1777, es anterior a la llegada de Mechain.

El segundo está ubicado en la masía construida para la Exposición Universal de Barcelona, en 1929. Asimismo citó otro, más conocido, horizontal y con los signos del Zodíaco, que existe en una de las terrazas que anteceden al Castillo. AM

3b. CONFERENCIA EN MADRID. El día 9 de Marzo Manuel María Valdés disertó, ante los miembros de la Asociación Española de Amigos de la Arqueología, sobre la medición del tiempo y la historia de los relojes solares.

Expuso, en primer lugar, algunos ejemplos de relojes babilónicos y egipcios, aclarando la forma de medir el tiempo en aquellas antiguas civilizaciones, que usaban las horas desiguales. Los griegos y romanos iniciaron en determinados casos el uso de horas iguales o equinocciales. Describió los relojes romanos que se encuentran en los Museos españoles y se detuvo especialmente sobre el denominado "reloj solar de Yecla", tratado por Saavedra y del cual aún no se ha resuelto su autenticidad ni su sistema de funcionamiento.

Finalmente comentó el gran desarrollo de estos dispositivos medidores del tiempo hasta el siglo XVIII, su gradual desaparición ante la competencia de los relojes mecánicos y el interés sobre la gnomónica que se ha despertado recientemente en toda Europa. MMV

4. MAS RELOJES SOLARES LOCALIZADOS.

J. Esteban Esteban prosigue su incansable labor de identificación y localización de relojes solares.

Recordemos sus anteriores listados en las que recoge la situación de numerosos relojes en las provincias de Guadalajara (25 relojes localizados) y Burgos (30 ejemplares), publicadas en esta misma Sección, en los Boletines 6 y 7.

Esperamos, como siempre, la colaboración de otros estudiosos o aficionados a la gnomónica para aumentar la siguiente relación, que corresponde a algunas localidades de la provincia de CUENCA:

Alcazar del Rey	Iniesta
Almarcha	Olivares de Júcar
Almodóvar del Pinar	Priego
Arcas	San Clemente
Beteta	Tarancón
Carrascosa del Campo	Uclés (2)
Castillejo de Iniesta	Villanueva de la Jara (2)
El Peral	Villares del Saz (2)
Fuentes de P. Naharro	CN-301. P.K.183,2

LAS NOTICIAS Y COMENTARIOS QUE SE PUBLICAN EN ESTA SECCION SE TRANSCRIBEN BAJO LA EXCLUSIVA RESPONSABILIDAD DE SUS COMUNICANTES O COMENTARISTAS. LA ASOCIACION NO SE HACE RESPONSABLE EN NINGUN CASO DE SU CONTENIDO O EXACTITUD

NOTAS Y COMENTARIOS

5. VITRUVIO versus VITRUBIO

De nuevo requerimos la ayuda de nuestros eruditos lectores para una cuestión semántica.

Nos referimos a la transcripción actual del ilustre nombre de Marcus Vitruvius Polio, (quizás se llamase Lucio Vitrubio Polion) que, como es bien sabido, fué el autor del célebre tratado "De Architectura. Liber X" en el que nos ha transmitido literalmente -ya que no se conserva ninguno de sus dibujos- un método de cálculo gráfico para determinar la posición y coordenadas del Sol:

el famoso $\alpha \nu \alpha \lambda \eta \mu \mu \alpha$

En las primeras traducciones al castellano su nombre es generalmente transcrito como *Vitruvio*. En cambio, en la actualidad, se suele escribir: *Vitrubio* cambiando la consonante *v* en *b*.

¿Cuál es la transcripción más correcta

Recordamos que en francés se escribe: *Vitruve* en alemán: *Vitruv*; en inglés: *Vitruvius*; en portugués, italiano, y también en castellano, por lo menos hasta 1890: *Vitruvio*

Y aunque el propio Vitru-v/b-io escribía en un latín no muy correcto, por lo menos sabría escribir su nombre. ¿Era éste *VITRUVIUS*?

Esperamos una esclarecedora discusión entre latinistas, beistas y uvistas, sobre el nombre real de Vitru?io y su correcta transcripción.

Hacemos notar que en algunas regiones, la labiodental *v* (convertida en labial, como *b*, en nuestra tartajosa pronunciación actual) tiende a ser fricativa, con sonido de *f*, por lo que *Vitruvio* se pronunciaría algo así como "Fitruvio"... (!) ML

6. REPRODUCCIONES DE RELOJES ANTIGUOS

Hemos recibido ocho relojes solares tipo dístico, un reloj horizontal de proyección estereográfica y dos relojes "de pastor". Todos ellos nos han sido entregados como obsequio a nuestra Asociación por la Firma "VILLALCOR" especializada en la fabricación de fieles reproducciones de estos artefactos gnomónicos, y a la cual queremos agradecer su interesante y valioso obsequio.

A continuación indicamos la dirección de esta Firma, por si algún asociado, coleccionista o aficionado a este tipo de reproducciones y modelos de relojes antiguos quisiera ponerse en contacto con la misma:

VILLALCOR

Carr. de Madrid s/n 28607-El Alamo. Madrid

7. NOTA ACLARATORIA DE R. SOLER

Hemos recibido una nota de R. Soler Gayá, que insertamos a continuación:

"En las páginas 4 y 5 del número 5 de "Analema" se publica un artículo denominado "Diseño de Almicantradas" en el que conviene hacer las siguientes precisiones y correcciones: 1ª.-Es más propio decir semi-eje vertical o bien eje vertical en vez de semi-eje menor o eje menor (en realidad la forma de la hipérbola varía con la altura solar, y hay un intercambio de tamaño de ejes para los 45° de altura, en que la hipérbola es equilátera); 2ª.-En la tabla de coordenadas hay algunos errores numéricos y es preciso sustituir 0,036 por 0,00; 0,4538 por 0,4583 y 2,824 por 2,8284 " RS

8. GLOSARIO DE TERMINOS GNOMONICOS

La Societat Catalana de Gnomònica ha comenzado a publicar en su Boletín, denominado "La Busca de Paper" (El Gnomon de papel) un VOCABULARIO GNOMONICO OCTOLINGUE, en catalán, alemán, castellano, francés, inglés, italiano, holandés y portugués. Hasta ahora hemos recibido los dos primeros fascículos, que acompañaban como separata a los números 13 y 14 de su "Butlletí".

Se trata de una excelente y cuidada publicación, que viene a llenar el vacío existente en el campo de los diccionarios o glosarios especializados en términos de cosmografía y gnomónica.

Felicitemos muy sinceramente al autor de este glosario, Josep Maria. Vallhonrat, que es también director y coordinador del citado Boletín. ED

9. EDICION (PARCIAL) DE ARPHE DE 1854

J. L. Lorente nos ha remitido una curiosa, y para nosotros desconocida, edición del tratado "De varia Commesuración" de Juan de Arphe, o mejor dicho, de los capítulos III a VI, con nuevas y peor trazadas figuras. (vid. Boletín "Analema" Nº 4)

Su extenso título es:

"Arte - de construir toda especie - de - relojes de sol.- Adicionado con un tratado de los relojes de sol horizontales, verticales, laterales, etc.- Por D. J de Arfe."

Esta impreso en Barcelona en 1854, en la imprenta y librería de D. Manuel Sauri.

Incluye las adiciones de Enguera y un breve capítulo final sobre Astronomía, de autor desconocido. Como nota anecdótica diremos que acepta como buenas las tablas de latitudes de Arphe... de 1585!

LAS NOTICIAS Y COMENTARIOS QUE SE PUBLICAN EN ESTA SECCION SE TRANSCRIBEN BAJO LA EXCLUSIVA RESPONSABILIDAD DE SUS COMUNICANTES O COMENTARISTAS. LA ASOCIACION NO SE HACE RESPONSABLE EN NINGUN CASO DE SU CONTENIDO O EXACTITUD

NOTAS Y COMENTARIOS

10. REUNION ANUAL DE LA S.A.F.

Aunque, dado el retraso con que habitualmente se recibe el Boletín, esta noticia llegará a los lectores fuera de tiempo, comunicamos que la Commission des Cadrans Solaires, de la Société Astronomique de France, celebrará su reunión anual del día 9 de octubre de 1993., en su domicilio social, cuya dirección es: 3, Rue Beethoven -75016 Paris.

11. LAS MERIDIANAS DE EL ESCORIAL

En el Monasterio de El Escorial, en la Sala de Embajadores y en la antecámara del Salón del Trono se encuentran dos meridianas trazadas en el pavimento.

Según indica una placa de latón situada junto a una de ellas, fueron construidas por el geómetra húngaro Juan de Wendlingen, en el año 1755

En la actualidad su "óculo"(orificio por donde penetran los rayos solares) está ocluido, por lo que se ha perdido la posibilidad de utilización e incluso el significado de las mismas, hasta el punto que los guías no saben, o por lo menos no explican, para qué fueron trazadas estas líneas.

La Asociación ha sido requerida por la Dirección del Patrimonio para que emita un informe sobre su estado actual y posibilidad de rehabilitación de las mismas. Oportunamente se comunicará a los lectores de este Boletín el contenido de este informe.

12. CLEPSIDRAS Y AMPOLLETAS

En el anterior "Analema 7", en esta misma Sección y con el título de "Temas a debatir" se planteó la cuestión de la posibilidad de ampliar el campo de actuación de nuestra Asociación, incluyendo los relojes mecánicos, instrumentos antiguos, clepsidras y relojes de arena.

Se indicaba las dificultades e inconvenientes de incluir los dos primeros casos, pero se consideraba posible dar cabida a las investigaciones sobre otros instrumentos medidores de tiempo: relojes de agua y arena, relojes de fuego, etc.

En los debates suscitados se ha reconocido que las actividades de los coleccionistas y aficionados a los relojes mecánicos o instrumentos antiguos están muy profesionalizadas, exceden de los fines de nuestra Asociación y están, generalmente, fuera del alcance de la mayor parte de sus miembros.

Una curiosa excepción: el Astrolabio, que cuenta con numerosos adeptos e incluso constructores que

no se resignan, y reprochan su injustificado olvido por parte de nuestra Sociedad.

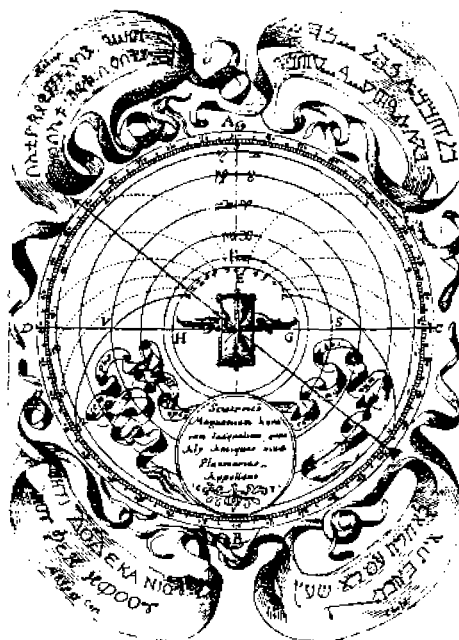
Por el contrario, es posible incluir entre sus actividades noticias e investigaciones referentes a otros aparatos o instrumentos de medición del tiempo, especialmente relojes de agua o clepsidras y relojes de arena o ampolletas.

Por consiguiente publicaremos las noticias, comunicados y trabajos de investigación que sobre estos medidores del tiempo nos sean remitidos por nuestros asociados (especialmente por los que han defendido su inclusión en nuestro Boletín)

Podemos ya anticipar el título de los dos primeros artículos sobre este tema, "Influencia de la temperatura sobre la precisión de las clepsidras." y "Forma del vaso de la clepsidra para un flujo constante" comunicados por uno de los participantes en el debate. Aunque los títulos no parecen especialmente apasionantes, creemos que su autor sabrá darles el interés y amenidad a que están acostumbrados (y se merecen) nuestros lectores, a los que animamos a colaborar y debatir este nuevo, y posiblemente interesante, capítulo que amplía las actividades de nuestra Asociación.

13. UN GRABADO DEL P. KIRCHNER

Como símbolo de la ampliación de los fines de la Sociedad y la inclusión de referencias a otros tipos de medidores de tiempo, se reproduce una de las láminas del "Magnes sive De Arte Magnetica" del P. Athanasius Kirchner.



MA.H

RESUMEN DE LOS ARTICULOS PUBLICADOS EN ESTE BOLETIN

LOS ARTICULOS PUBLICADOS CON SEUDONIMO O CUYO
AUTOR SE DESCONOZCA SE SEÑALAN CON EL SIGNO (?)

2/6.-

Los relojes solares del Monasterio de YUSTE

M. LOMBARDEO

Este artículo es un extracto del informe elaborado para la Fundación "Juanelo Turriano". Comienza su autorhaciendo un breve resumen de los avatares y transformaciones sufridas por el Monasterio de Yuste, desde su fundación, en 1.409 hasta su reconstrucción en 1.952. Indica a continuación que existen dos relojes solares: uno vertical declinante, situado en el claustro "nuevo" y el otro, horizontal, dispuesto sobre un contrafuerte de la "plaza" de entrada a los aposentos que fueron la última morada del Emperador Carlos V. Describe y recalcula ambos cuadrantes, mas no establece definitivamente si fueron trazados por Juanelo Turriano, aunque apunta esta posibilidad.

7/9

El Reloj de Sol de Cacabelos

J. DEL BUEY y M. M. VALDES

En Cacabelos, en el castro preromano denominado actualmente "Castro de La Ventosa", se halló un reloj solar, aparentemente en un nivel arqueológico que correspondería a Bergidum. Esta ciudad fué la capital administrativa de los establecimientos romanos de una zonade gran extensión e importancia pues en ella se hallaban las famosas minas de oro de "Las Médulas", para cuya explotación fué necesario remover unos trescientos millones de toneladas de tierra.

Se describe el reloj solar, analizando cuidadosamente sus líneas horarias, que corresponden indudablemente a *horas iguales*. Si realmente se tratase de un reloj romano este ejemplar tendría un valor gnomónico y arqueológico considerable, pues constituiría una rara excepción ya que la casi totalidad de los relojes de aquella época estaban trazados para medir *horas desiguales*.

Con objeto de aclarar las dudas sobre la fecha en que fué construido los autores investigaron en la misma región. En Villamartin de la Abadía han hallado un segundo ejemplar, de factura muy semejante, y que con seguridad *no es anterior* al siglo XV. La conclusión es que ambos relojes proceden de un taller, probablemente situado en el cercano monasterio de Carracedo, y no de un nivel romano de Bergidum.

10/13

Una interesante Combinación

L. HIDALGO

Evidentemente se trata de una combinación de dos relojes solares: Un reloj Foster Lambert y un reloj vertical, *ambos situados en el plano meridiano.*, y repetidos en sus dos caras, oriental y occidental.

El autor indica que esta ingeniosa disposición posee las siguientes propiedades:

- a) Es universal, o sea adaptable a cualquier latitud. -b) Se puede auto-orientar, sin necesidad de conocer previamente la línea meridiana. -c) Permite introducir la correcciones debidas a la ecuación del tiempo y diferencia de longitud. -d) También permite tener en cuenta la variación del horario de verano, adaptándolo a la hora oficial. -e) Finalmente, su trazado es muy sencillo ya que se compone únicamente de un círculo uniformemente graduado que corresponde al Foster-Lambert y de las rectas horarias paralelas del reloj vertical.

Varios dibujos y los cálculos y comentarios adecuados aclaran la construcción de este instrumento. (Nota: denomina "skioteron", creemos que acertadamente, al *gnomon variable* del Foster-Lambert).

14/14

De Relox a Cuadrante

M. M. VALDES

En el anterior "Analema" se planteó una cuestión referente a la etimología del término "Cuadrante" y su actual utilización como equivalente a "reloj de Sol". Se han recibido tres artículos de colaboración referentes a este asunto. El primero de ellos, debido a M.M.Valdés presenta información documental en la que menciona una veintena de autores, desde 1250 hasta 1772.

En los ejemplos que cita puede verse que, para los tratadistas de gnomónica que escribían en castellano, esta equivalencia no se establece hasta comienzos del siglo XIX., pues indefectiblemente utilizan las palabras "relogio", "relox" o "reloj" para referirse al reloj solar.

RESUMEN DE LOS ARTICULOS PUBLICADOS EN ESTE BOLETIN

LOS ARTICULOS PUBLICADOS CON SEUDONIMO O CUYO
AUTOR SE DESCONOZCA SE SEÑALAN CON EL SIGNO (?)

15/15

¿ Cuadrante o Reloj Solar ?

V. PEREZ-VILAR

Proseguimos el tema anterior con esta colaboración de nuestro asociado V. Pérez-Vilar, quien nos lleva de la mano por un recorrido, o más bien excursión filológica-histórica por el campo de los "diccionarios de autoridades". Llega a la conclusión de que "cuadrante" puede tener dos significados, instrumento para medir ángulos, o reloj solar, según proceda del francés "Cadran" o del latín "Quadrans" mientras que "Reloj" procede del catalán medieval "Relotge", derivada de "Horologium".

16/17

Nomenclatura: El nombre de "Cuadrante"

VASCO NUNO DE MELO

Tras una exposición de los instrumentos y métodos utilizados en la antigüedad para el trazado de los relojes solares, que nos ha sido transmitido por Vitrubio con el nombre de "Analemma", el autor nos indica como se pasó del "scaphe", semiesfera excavada en hueco, al "hemisferium" y de este, para paliar alguno de sus inconvenientes, al "hemicirculum", que corresponde al hueco de *una cuarta parte de esfera*. Establece la hipótesis de que el nombre de "cuadrante" se refiere realmente a "cuarta parte de esfera", y no a "cuarto de círculo", ya que este tipo de instrumento, utilizado para medir las alturas de los astros era conocido desde tiempos de Hiparco, a quien atribuye la invención del astrolabio.

18/18

Gnomónica y Literatura

J. L. LORENTE Y P. DANTILLO

Se comenta un episodio de la "Vida del Capitan Contreras" en el que este inquieto e incansable aventurero y soldado de fortuna nos cuenta como decide retirarse a hacer vida de ermitaño, para lo cual adquiere, entre otros "utensilios", un sayal, una calavera y un RELOJ DE SOL.

P. Dantillo (?) nos informa del nombre del autor de la narración denominada " Un cuento del Dr. Thorndyke", de la cual se publicó en el anterior Boletín un fragmento que se refería al reloj de sol de Mr. Pottermack. El autor es J.A Freeman, conocido escritor inglés de novelas de misterio

Notas y Comentarios

REDACCION

Como es habitual en esta Sección se publican las notas y comunicados de la Asociación y los comentarios o reseñas que nos envíen los Socios. En este número: -1. Cuenta bancaria de la Asociación. -2. Efemérides para 1994. -3. Actividades de nuestros asociados. -4. Más relojes solares localizados. -5. Vitruvio versus Vitrubio. -6. Reproducciones de relojes antiguos. -7. Nota aclaratoria de R. Soler. -8. Glosario de términos gnomónicos. -9. Edición (parcial) de Arfe de 1854. -10. Reunión anual de la S.A.F. -11. Las Meridianas de El Escorial.-12. Clepsidras y Ampolletas.-13. Un grabado del P. Kirchner

LA ASOCIACION DE AMIGOS DE LOS RELOJES DE SOL NO SE HACE
RESPONSABLE DEL CONTENIDO DE LOS ARTICULOS PUBLICADOS
EN ESTE BOLETIN. SU REPRODUCCION ESTA PERMITIDA
CITANDO SU PROCEDENCIA, EXCEPTO EN LOS CASOS EN LOS QUE
SE MENCIONE LA EXISTENCIA DE ©, DERECHOS DE AUTOR O
CUALQUIER OTRO IMPEDIMENTO LEGAL, DE ACUERDO CON LAS
LEYES INTERNACIONALES DE PROPIEDAD INTELECTUAL

PARA ASUNTOS RELACIONADOS CON LAS PUBLICACIONES DE ESTA ASOCIACION, INCLUSO ESTE BOLETIN, PUEDE DIRIGIRSE LA
CORRESPONDENCIA AL DOMICILIO SOCIAL, O BIEN A LOS SIGUIENTES ASOCIADOS QUE FORMAN PARTE DEL COMITE DE PUBLICACIONES .

PRESIDENCIA.....	LUIS HIDALGO	Pz. PABLO GARNICA 1	28030-MADRID
SECRETARIO.....	MANUELLOMBARDERO	ISAAC PERAL 48	28040-MADRID
BIBLIOGRAFIA.....	JESUS DE LA CALLE	PASEO YESERIAS 11	28005-MADRID

• ANALEMA • BOLETIN DE LA ASOCIACION DE AMIGOS DE LOS RELOJES DE SOL

ABSTRACTS

2 THE "MONASTERIO DE YUSTE" SUNDIALS

The "Juanelo Turriano Foundation" has sponsored a research in order to establish whether any of the sundials located at Yuste were designed by Turriano. Yuste was the last dwelling place of the Emperor Charles V, and Turriano accompanied him until his death in 1558. Two dials have been found, one in the cloister denominated "Claustro nuevo" and the other on a buttress of the "Plaza", an arched gangway to the Emperor lodgings. Although both were constructed about that time, only documentary evidence, not yet obtained, could prove if they were designed by that famous engineer, clockmaker and craftsman.

7 CACABELOS SUNDIAL

"Castro de la Ventosa", near Cacabelos, was a late Roman site of Bergidum, administrative center of the mines of "Las Médulas", the most important gold suppliers of the Roman Empire. At the Museo Municipal de Cacabelos there is a stone-carved sundial reputedly found at the archaeological excavation of the "Castro". The dial has been closely examined by M. Valdes and J. del Buey. From their observation and analysis they conclude that, unfortunately, it is not a Roman Sundial at all, but probably was made in the nearby Monastery of Carracedo and could be dated to the beginning of XV century.

10 AN INTERESTING "COMBINATION"

L. Hidalgo proposes to mix a vertical Foster dial with a vertical one, both placed in the meridian plane and matching one another. Only advantages will follow this unusual combination, says the author:

It will be self-orientable, and so can be used as a solar compass; universal (adaptable to every latitude); and lastly, local solar time and official summer time could be read simultaneously.

Eight designs and sketches explain its features and construction. Let's go, put together and combine!

14 FROM 'RELOX' TO "CUADRANTE"

In order to settle a discussion which arose in the preceding "Analema 7", our well-known collaborator M.M. Valdés contributes with a list of authors, who wrote in Castilian language. Since 1250 no one used the word "cuadrante" with the meaning of "sundial" before 1800.

15 QUADRANT OR SUNDIAL?

Also V. Pérez-Vilar tries to elucidate whether the term "cuadrante" could be an equivalent to "Reloj solar" or not. His conclusions are a bit eclectic: No, if "Cuadrante" came from the French "Cadran", Yes if it is derived from the Latin "Quadrans"...

16 NOMENCLATURE: THE NAME OF "CUADRANTE"

On the same path (we hope it will not become the warpath) the prominent Portuguese gnomonist Vasco. Nuno de Melo sets a new hypothesis of his own. He states that early quadrants were only instruments used to measure angles or star altitudes. Sundials, as reported by Vitruvius, were mostly "scaphes" or hollowed spheres. Evolution carried out the change from "Hemispherium" to "Hemicirculum" types. But the hemicirculi shape happens to be hollowed in a quarter of sphere, therefore the term "Quadrans"

18 LITERATURE AND GNOMONICS

A fragment of the "Vida del Capitan Contreras" is commented on. Contreras was born in 1582. Through his life he became an adventurer, soldier of fortune and corsair. He took part in the wars between Neapolitans, French, Spanish, and Turks. He was awarded the title of Captain, sent to the Indies to fight buccaneers. On his return he was received by King Felipe II and by the Pope, appointed Knight of Malta... and wrote his "Life" in only eleven days. In one of those incredible episodes he decided to become a Monk and get the "instruments" for this new activity: A coarse habit, a Crucifix, a skull, some seeds, a little hoe and a sundial. (Unfortunately he was then put in prison for one year and could not sanctify himself!)

Under the same heading: P.D. informs us about "The Tale of Dr. Throndyke", a 1934 thriller where Mr. Pottermack's sundial appears. Its author was J. A. Freeman, a distinguished mystery stories writer

19 NOTES AND REMARKS.

-1. Our Society Bank account. -2 Declination and T.E Table for the year 1994. -3. Conferences by Mrs. Majó and Valdés. -4. More Sundials. -5. Vitruvius versus Vitrubio. -6. Antique sundial reproductions. -7. Note of R. Soler. -8. Gnomonic glossary. -9. A 1854 Arphe's edition. -10. S.A.F. Annual meeting. -11. El Escorial Monastery meridian lines. -12. The Klepsidre and the Sandglass. 13. An illustration of Kirchner (From "Magnes sive de Arte Magnetica", 1654).

En la tabla siguiente figuran los valores de la declinacion solar, ecuacion del tiempo y fases lunares para el próximo año 1994, a 12 h de T. M. U. Ha sido calculada mediante ordenador por M.M. Valdés

ECUACION DEL TIEMPO, DECLINACION Y FASES DE LA LUNA PARA 1994

enero		febrero		marzo		abril		mayo		junio			
e.t.	decl.	e.t.	decl.	e.t.	decl.	e.t.	decl.	e.t.	decl.	e.t.	decl.		
1	-3 32	-22.997	-13 36	-17.082	-12 24	-7.565	-3 56	4.561	2 54	15.092	2 14	22.060 (	1
2	-4 0	-22.910	-13 43	-16.795	-12 12	-7.184	-3 39	4.946	3 1	15.392 (	2 5	22.193	2
3	-4 28	-22.816	-13 50	-16.503 (	-11 60	-6.801	-3 21	5.329	3 7	15.688	1 55	22.319	3
4	-4 55	-22.714	-13 56	-16.206	-11 47	-6.417 (	-3 3	5.712	3 13	15.980	1 45	22.438	4
5	-5 22	-22.605 (	-14 1	-15.904	-11 34	-6.031	-2 46	6.092	3 19	16.267	1 35	22.551	5
6	-5 49	-22.488	-14 6	-15.598	-11 20	-5.644	-2 29	6.471	3 23	16.550	1 24	22.657	6
7	-6 15	-22.354	-14 9	-15.288	-11 6	-5.256	-2 12	6.847	3 28	16.828	1 13	22.757	7
8	-6 41	-22.232	-14 12	-14.973	-10 51	-4.866	-1 55	7.222	3 31	17.101	1 2	22.849	8
9	-7 6	-22.093	-14 14	-14.653	-10 36	-4.476	-1 38	7.595	3 34	17.370	0 50	22.936 •	9
10	-7 30	-21.947	-14 15	-14.330 •	-10 21	-4.084	-1 22	7.966	3 37	17.634 •	0 38	23.015	10
11	-7 54	-21.794 •	-14 16	-14.003	-10 5	-3.692	-1 6	8.334 •	3 39	17.893	0 26	23.088	11
12	-8 18	-21.634	-14 15	-13.672	-9 49	-3.299 •	-0 50	8.701	3 40	18.147	0 14	23.154	12
13	-8 40	-21.467	-14 14	-13.337	-9 33	-2.905	-0 35	9.064	3 41	18.396	0 2	23.213	13
14	-9 3	-21.293	-14 12	-12.999	-9 17	-2.511	-0 20	9.425	3 41	18.639	-0 11	23.266	14
15	-9 24	-21.112	-14 10	-12.657	-8 60	-2.116	-0 5	9.784	3 41	18.878	-0 24	23.311	15
16	-9 45	-20.924	-14 6	-12.311	-8 43	-1.721	0 9	10.140	3 40	19.111	-0 37	23.350)	16
17	-10 5	-20.730	-14 2	-11.963	-8 26	-1.326	0 23	10.493	3 39	19.339	-0 50	23.382	17
18	-10 24	-20.529	-13 58	-11.611)	-8 8	-0.930	0 37	10.843	3 37	19.561)	-1 3	23.407	18
19	-10 43	-20.321)	-13 52	-11.256	-7 51	-0.535	0 50	11.191)	3 34	19.778	-1 16	23.425	19
20	-11 1	-20.108	-13 46	-10.898	-7 33	-0.140)	1 3	11.535	3 31	19.989	-1 29	23.436	20
21	-11 18	-19.888	-13 40	-10.538	7 15	0.255	1 15	11.876	3 27	20.194	-1 42	23.440	21
22	-11 35	-19.661	-13 32	-10.174	6 57	0.650	1 27	12.214	3 23	20.394	-1 55	23.437	22
23	-11 50	-19.429	-13 24	-9.809	-6 39	1.045	1 39	12.548	3 18	20.588	-2 8	23.428 o	23
24	-12 5	-19.191	-13 16	-9.440	-6 21	1.439	1 50	12.879	3 13	20.776	-2 21	23.412	24
25	-12 19	-18.947	-13 6	-9.069	-6 3	1.832	2 1	13.206 o	3 7	20.958 o	-2 34	23.388	25
26	-12 33	-18.697	-12 57	-8.696 o	-5 45	2.225	2 11	13.530	3 1	21.134	-2 46	23.358	26
27	-12 45	-18.441 o	-12 46	-8.321	-5 27	2.616 o	2 20	13.850	2 55	21.304	-2 59	23.321	27
28	-12 57	-18.180	-12 35	-7.944	-5 9	3.007	2 30	14.167	2 47	21.468	-3 11	23.277	28
29	-13 8	-17.914			-4 50	3.397	2 38	14.479	2 40	21.625	-3 23	23.227	29
30	-13 18	-17.642			-4 32	3.786	2 46	14.788	2 32	21.777	-3 35	23.169 (	30
31	-13 27	-17.365			-4 14	4.174			2 23	21.922			31
julio		agosto		septiembre		octubre		noviembre		diciembre			
e.t.	decl.	e.t.	decl.	e.t.	decl.	e.t.	decl.	e.t.	decl.	e.t.	decl.		
1	-3 47	23.105	-6 19	18.006	-0 3	8.265	10 16	-3.202	16 23	-14.441	11 1	-21.808	1
2	-3 58	23.035	-6 15	17.752	0 16	7.901	10 36	-3.589	16 25	-14.759	10 38	-21.959 •	2
3	-4 10	22.957	-6 10	17.493	0 36	7.535	10 55	-3.976	16 25	-15.073 •	10 15	-22.104	3
4	-4 21	22.873	-6 5	17.229	0 55	7.167	11 13	-4.362	16 25	-15.384	9 51	-22.242	4
5	-4 31	22.782	-5 59	16.960	1 15	6.798	11 31	-4.748 •	16 23	-15.690	9 27	-22.372	5
6	-4 41	22.684	-5 53	16.687	1 35	6.426	11 49	-5.132	16 21	-15.991	9 2	-22.496	6
7	-4 51	22.580	-5 46	16.410 •	1 56	6.052	12 7	-5.515	16 18	-16.288	8 36	-22.611	7
8	-5 1	22.470 •	-5 39	16.128	2 16	5.677	12 24	-5.897	16 15	-16.581	8 10	-22.720	8
9	-5 10	22.353	-5 30	15.841	2 37	5.300	12 40	-6.278	16 10	-16.869	7 43	-22.821)	9
10	-5 18	22.229	-5 22	15.551	2 58	4.922	12 57	-6.657	16 5	-17.152)	7 16	-22.915	10
11	-5 27	22.100	-5 12	15.256	3 19	4.543	13 12	-7.035)	15 59	-17.430	6 49	-23.001	11
12	-5 35	21.963	-5 3	14.958	3 40	4.162)	13 27	-7.411	15 51	-17.704	6 21	-23.079	12
13	-5 42	21.821	-4 52	14.655	4 1	3.780	13 42	-7.786	15 43	-17.972	5 53	-23.150	13
14	-5 49	21.672	-4 41	14.348)	4 22	3.396	13 56	-8.159	15 35	-18.235	5 25	-23.213	14
15	-5 55	21.518	-4 30	14.038	4 44	3.012	14 10	-8.530	15 25	-18.493	4 56	-23.269	15
16	-6 1	21.357)	-4 18	13.724	5 5	2.627	14 23	-8.899	15 14	-18.745	4 27	-23.317	16
17	-6 6	21.190	-4 5	13.406	5 27	2.241	14 36	-9.266	15 3	-18.992	3 58	-23.357	17
18	-6 11	21.017	-3 52	13.085	5 48	1.854	14 48	-9.630	14 51	-19.233 o	3 28	-23.389 o	18
19	-6 15	20.838	-3 39	12.760	6 9	1.466 o	14 59	-9.992 o	14 38	-19.468	2 59	-23.413	19
20	-6 19	20.653	-3 25	12.432	6 31	1.078	15 10	-10.352	14 24	-19.698	2 29	-23.430	20
21	-6 22	20.463	-3 10	12.101 o	6 52	0.690	15 20	-10.710	14 10	-19.921	1 59	-23.439	21
22	-6 25	20.267 o	-2 55	11.766	7 13	0.301	15 29	-11.064	13 54	-20.139	1 29	-23.439	22
23	-6 27	20.065	-2 40	11.429	7 34	-0.089	15 38	-11.416	13 38	-20.350	0 59	-23.433	23
24	-6 29	19.857	-2 24	11.088	7 55	-0.478	15 46	-11.765	13 21	-20.555	0 30	-23.418	24
25	-6 29	19.644	-2 7	10.744	8 16	-0.860	15 53	-12.111	13 3	-20.754	-0 0	-23.395 (	25
26	-6 30	19.426	-1 51	10.398	8 37	-1.257	15 60	-12.454	12 45	-20.946 (	-0 30	-23.365	26
27	-6 29	19.202	-1 34	10.049	8 57	-1.647	16 5	-12.794 (	12 25	-21.132	-0 60	-23.326	27
28	-6 28	18.973	-1 16	9.697	9 17	-2.036 (	16 11	-13.130	12 5	-21.311	-1 29	-23.280	28
29	-6 27	18.739	-0 58	9.343 (	9 37	-2.425	16 15	-13.464	11 45	-21.483	-1 58	-23.226	29
30	-6 25	18.500 (	-0 40	8.986	9 57	-2.814	16 19	-13.793	11 23	-21.649	-2 27	-23.165	30
31	-6 22	18.255	-0 22	8.627			16 21	-14.119			-2 56	-23.095	31

quitar al Sol para hallar el reloj
ecuación del tiempo en min. y seg. declinación en (°)

