

ANALEMA

BOLETIN DE LA ASOCIACION DE
AMIGOS DE LOS RELOJES DE SOL

SUMARIO

- 1 EDITORIAL Editor
- 2 LOS RELOJES SOLARES DE LAS MISIONES
JESUITICAS DEL PARAGUAY..... J. L. Marin Balda
- 5 APLICACIONES DE LA AFINIDAD GEOMETRICA
AL TRAZADO DE RECTAS HORARIAS M. Lombardero
- 8 UN INTRIGANTE RELOJ L. Hidalgo
- 9 ¿A QUE HORA REZABAN NUESTROS MONJES?..B. Milenio
- 13 EL RELOJ ROMANO DE SEGOBRIGA M.M. Valdés
- 16 RESEÑA DE PUBLICACIONES..... Redacción
- 17 LITERATURA Y GNOMONICA A. G^a. de Gúdal
- 18 TALLER..... B. Soteras Elía
- 19 TEORIA DE LOS PLANOS PARALELOS (II).....A. de Vicente
- 22 NOTAS Y COMENTARIOS Redacción
- 24 RESUMEN DE LOS ARTICULOS PUBLICADOS
EN ESTE BOLETIN Editor
- 25 ABSTRACTS Editor

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

Recordamos en el presente "Analema" que nuestra aún joven Asociación cuenta ya con cinco años de vida. Fué legalmente reconocida e inscrita en el Registro Oficial de Asociaciones el día 14 de Abril de 1988.

El Boletín Informativo comenzó su publicación a partir del primer cuatrimestre de 1991 y desde esta fecha ha sido remitido gratuitamente a nuestros Asociados y a cuantas personas o entidades han manifestado interés en recibirlo.

Sin embargo nos parece conveniente recapitular sobre su difusión y periodicidad, ya que posiblemente no todas las personas que en la actualidad lo reciben están interesadas en su contenido, ni en las actividades de nuestra Asociación.

Por este motivo se remite adjunto un cuestionario, con el ruego de que sea cumplimentado y devuelto a la dirección que se indica. En él figuran algunas preguntas, cuya contestación puede servirnos para mejorarlo, fijar los puntos de mayor interés y, en general, conocer la opinión de los lectores, o al menos de aquellos lectores que lo complimenten y remitan.

De acuerdo con los resultados que se obtengan de esta *Analemoscopia* el Comité de Redacción de la revista proseguirá su trabajo intentando adaptar el Boletín a los deseos de los lectores. O, alternativamente, presentará su dimisión parcial o masiva....(!), (aunque esta palabra sea un arcaísmo, por no utilizarse en la actualidad el verbo defectivo dimitir)

No solamente serán tenidos en cuenta los resultados de esta encuesta, sino que también se tomará en consideración cualquier comentario, consejo, crítica constructiva o destructiva, murmuración o maledicencia, alabanza o loa, que lleguen a nuestra mesa de redacción o a los atentos oídos de su comité. Por consiguiente, animamos y exhortamos a nuestros lectores a que nos escriban, telegrafíen, telefonen o faxeen sus bien intencionadas sugerencias, y muy especialmente sus comentarios sobre los diversos artículos que aparecen en las secciones fijas de "Analema".

En definitiva: deseamos y pedimos de nuestros lectores una colaboración más activa, como hemos repetido incansablemente, pero con magros resultados, a lo largo de estos dos años transcurridos desde la aparición del primer ejemplar de "Analema".

ED.

En el número 5 de "Analema" publicamos un artículo de J.L. Marín Balda referente al reloj solar de la misión jesuítica de S. Cosme y San Damián. Las referencias y datos allí expuestos son ahora ampliadas, por el mismo autor, en este interesante trabajo donde cita al escritor y poeta argentino Leopoldo Lugones para confirmar su hipótesis de que todas las Misiones estaban dotados de cuadrantes solares. ML

LOS RELOJES SOLARES DE LAS MISIONES JESUITICAS DEL PARAGUAY

JOSE LUIS MARIN BALDA

El título de nuestro anterior artículo (Boletín número 5) "El cuadrante de la Misión Jesuítica de San Cosme y San Damián, en el Paraguay" pudiera ser interpretado en el sentido de que constituye una singularidad el hallazgo de este reloj solar.

Nada más alejado de la realidad. En este pequeño trabajo de investigación queremos poner en evidencia que todas, o prácticamente todas, las Misiones allí establecidas, debieron estar dotadas de relojes solares para la medición del tiempo.

El vasto complejo (Imperio, lo llama Lugones) que constituía desde 1604 la provincia eclesiástica del Paraguay comprendía un inmenso espacio situado a ambas orillas de los ríos Paraná y Uruguay y en la margen izquierda del Tebicuary, con una extensión útil de más de 90.000 kilómetros cuadrados, (superior a la de Portugal).

Hoy día está dividido entre Paraguay (Iguazú), Argentina (Misiones) y Brasil (Rio Grande do Sul). Poco antes de su desaparición llegó a contar con una treintena de Misiones, que en su conjunto albergaban cerca de 100.000 habitantes. (Como referencia: Argentina, tenía una población total de unas 200.000 personas a finales del siglo XVIII)

Las primeras misiones se establecieron hacia el año 1600. Su fin llegó con la expulsión de los Jesuitas, por orden del rey Carlos III, en 1768.



UBICACION DE LAS MISIONES JESUITICAS DE LA PROVINCIA ECLESIASTICA DEL PARAGUAY (1700)

No entraremos en la descripción de sus vicisitudes: numerosos traslados de las Misiones, luchas con los paulistas brasileños y exodos de población acaecidos durante estos ciento cincuenta años.

Los restos, que aún persisten, de algunos de los poblados, muestran que los Guaraníes poseían gran destreza y sentido artístico para desempeñar los oficios que se integran en la arquitectura pintura y escultura. Asimismo desarrollaron un asombroso sentido musical, y fueron hábiles fabricantes de diversos tipos de instrumentos musicales, e incluso de aparatos científicos.

La sociedad y régimen de vida de los indígenas acogidos en estas Reducciones se desarrollaba en un régimen comunal, donde prácticamente no existía la propiedad privada. Las consecuencias sociológicas de este sistema han sido muy discutidas, pero es indudable que la población guaraní se triplicó en el espacio de tiempo indicado y que a los pocos años de abandonar las Reducciones descendió de nuevo a menos de 40.000 personas.

El centro de cada poblado era la Iglesia, situada en la Plaza. En el "Colegio", anexo a la Iglesia se albergaban los padres misioneros. Allí se impartía la instrucción laboral, secular y religiosa y servía también como almacén de enseres y alimentos.

Las casas de los indios, de estructura colectiva formaban un gran rectángulo, completado por almacenes, capillas, huertos, etc. El indígena desconocía la propiedad privada: casi todo era común.

Los pequeños huertos propios constituían el "abambae" (tierra del indio) y la tierra comunal el "tupambae" o tierra de Dios.

Dado el régimen social y las muy numerosas actividades desarrolladas a lo largo de la jornada, era necesario mantener un programa estricto con respecto a la distribución del tiempo.

Para este menester es muy probable que los misioneros utilizasen relojes solares

Es más, creemos poder afirmar que en todas las Reducciones había uno o varios cuadrantes situados en la Plaza, enfrente de la Iglesia o en las inmediaciones de los Colegios, y que su significado y utilización eran conocidos por los guaraníes.

Para confirmar esta hipótesis nos basamos en tres premisas, que exponemos a continuación: →

a)- Los Padres Misioneros no poseyeron, por lo menos hasta 1700, relojes mecánicos y no les hubiese sido posible mantenerlos en hora exacta sin el auxilio de una meridiana o reloj solar.

b)- En cada Misión existía, o había existido una persona con conocimientos de gnomónica suficientes para determinar la latitud del lugar y diseñar un reloj de este tipo

c)- Los guaraníes eran capaces de comprender el trazado de los relojes solares, y construirlos

-Con respecto al punto a): Es evidente que las distancias entre las diversas Misiones, a veces de centenares de kilómetros, no permitían una visita o contacto frecuente de los Misioneros, ni entre sí ni con la Autoridad eclesial provincial

Además, los relojes mecánicos constituían en aquellas épocas un bien poco asequible, por su precio y fragilidad, por lo que se reservaban para los observatorios astronómicos, o para los equipos que precisaban el transporte de la hora para determinar la longitud, en las demarcaciones de fronteras, por ejemplo entre Argentina y Brasil.

Así, cuando el eminente P. Suarez* forma su segundo observatorio astronómico, (después de treinta años de pacíficas observaciones en el primero, con instrumentos contruidos por él mismo, incluso un péndulo que conservaba los segundos, y telescopios con lentes talladas en cristal de roca de procedencia local), pide que se le envíen, entre otras cosas, dos relojes mecánicos.

El P.Rico, que se encargó de la compra del material científico, nos indica con relación a los precios de compra existentes en Portugal, dados por el padre procurador R. Campos, de Lisboa:

"...los dos anteojos, 36 portugueses que hacen 450 reales de plata.... cuanto a los relojes digo que están a la prueba dos del Martiron, famoso laborante inglés: estos son los que usan los príncipes y señores de esta Corte por fidedignos: Ambos costan 13 monedas que hacen 13 veces sesenta reales de plata, estas 780..... etc.

Finalmente se adquirieron estos aparatos, y el P. Rico los llevó a Buenos Aires en 1745. En la relación valorada de los objetos aportados figuran:

Item de dos relojes de Inglaterra de Martiron.....	62.400
" -Por dos telescopios, el uno de 12 y el otro de 24 palmos.....	36.000
" -Por el cajon donde vienen todos.....	480

Se observa que cada reloj "de faltriquera" costaba casi el doble que un telescopio, y que hasta 1745, cinco años antes de su muerte, no pudo disponer el ya muy famoso P. Buenaventura Suarez de instrumentos científicos de calidad.

Por otra parte, hasta la llegada, en 1735 del P. Schmid, astrónomo y mecánico muy cualificado, que impulsó e hizo montar, en las Reducciones, talleres de orfebrería, mecánica y carpintería, la conservación y reparación de estos mecanismos no estaba asegurada.

Bajo su experta dirección y asesoramiento se empezaron a fabricar relojes grandes y pequeños:

"... y todo cuanto era menester, y si alguno fallaba era inmediatamente compuesto otra vez
"... Proveyó a todas las Reducciones de relojes mecánicos muy apreciados,..."

"... También se hacían relojes de Sol con anotaciones astronómicas y relojes de arena muy prácticos y provechosos."

Consecuentemente se deduce que, por lo menos hasta 1735 ó 1740 el instrumento normalmente utilizado en las Misiones, para determinar la hora, debió ser el reloj solar.

-Con respecto al punto b):

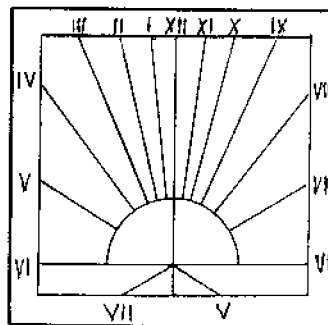
Debemos hacer notar que la mayor parte de los PP. Jesuitas enviados a Misiones poseían conocimientos de filosofía, matemáticas y astronomía.

La construcción del reloj solar horizontal es tan sencilla que basta con seguir unas reglas elementales para su diseño, por lo que estaba al alcance de cualquier misionero, o, si así no fuese, bastaba la visita -por una sola vez- de un experto para diseñar y construir un reloj solar.

-Y, finalmente, el punto c):

El seguimiento del curso del Sol, o sea la hora solar, por la observación de la sombra de un estilo es tan intuitivo que no necesita ser explicado.

Y en cuanto a la capacidad de hacer construir materialmente un reloj solar por los guaraníes, no necesita ser discutida, contemplando los restos artísticos y arquitectónicos que aun quedan en los Museos y Misiones rehabilitadas.



RECONSTRUCCION
DEL RELOJ SOLAR
DE LA MISION DE
S. IGNACIO GUAZU

Mas si esto es así ¿Por qué no aparecen abundantísimos relojes solares, o sus restos, en todas y cada una de las misiones?

Veamos lo que nos indica a este respecto el gran poeta y escritor argentino Leopoldo Lugones **:

En su libro *EL IMPERIO JESUITICO*, escrito en 1904 con motivo de sus visitas efectuadas por encargo de su Gobierno a las antiguas Misiones situadas en La Argentina, nos dice:

-Página 135:

".. Uno de ellos, el P. Suárez, cosmógrafo distinguido, se construyó por su propia mano los instrumentos más necesarios para su ciencia: anteojos hasta de 5 pies y un reloj astronómico que, marino tan competente como Alvear, tuvo por obra notable. (Tal vez era el mismo de Itapúa que fué llevado a Asunción, ignorándose su paradero)

Hay todavía restos de cuadrantes solares en los pueblos jesuíticos. Puedo mencionar entre otros, uno restaurado en S. Javier; otro bastante destruido en Concepción, pues el cubo donde está trazado lo picaron a cincel en busca de tesoros; y uno en la Iglesia de Jesús (Paraguay) que los jesuitas dejaron inconcluso. Estaba dedicado, sin duda a regular el trabajo de los constructores, pues para trazarlo se había revocado provisionalmente un pedazo de pared, donde iba a servir interin se cerrase la bóveda".

-En la página 219 (se refiere a dos Misiones situadas a orillas del río Uruguay) escribe:

" Antes hablábamos de los gnomones o relojes de Sol que figuran despedazados en las ruinas. Son casi todos poligonales, estando ocupadas cuatro caras del cubo donde se hallan trazados por: uno horizontal cuyas líneas horarias a desigual distancia indican el concurso de la esfera armilar, y tres verticales: uno austral, uno boreal y uno declinante. La quinta cara del cubo estaba ocupada por un salmo o versículo evangélico, y la sexta era el asiento.

El gnomon plano de S. Javier que es solar y lunar, es decir diurno y nocturno, tiene su esfera dividida en cuarenta y ocho partes, lo cual indica que señalaba las medias horas, y el poligonal de Concepción era meridiano, circunstancia que se advierte a primera vista porque sus superficies horarias son rectangulares. Las antedichas ruinas de San Javier guardan los restos de otro que considero muy notable, si fué como creo, de los llamados universales porque sirven para cualesquiera latitudes meridianas, sus trozos estaban esparcidos en una superficie considerable y, una vez juntos, aunque faltaban muchos, se procedió a medirlos."

Creo haber restaurado en parte la meridiana, sin poder hacerlo con las líneas horarias por estar muy fragmentados los trozos, pero en tres de ellos había cifras que me sirvieron para conjeturar el carácter del gnomon. Eran la V, la IX y la X. Después de varios tanteos para inferir la longitud del estilo ausente, me decidí por 15 cm. lo cual, suprimiendo cálculos que al lector no interesan, daba un módulo de 15 milímetros para fijar la distancia de las líneas horarias a la meridiana. Esta distancia resultaba de 505 mm. para las V, 140 para la IX y 87 para la X. Ahora bien, la distancia exacta de la primera debe equivaler a 34,10 módulos; la de la segunda a 10 y la de la tercera a 5,77. El error es respectivamente 6,5, 10, y 0.5 mm, que creo imputable al deterioro de los trozos y a la deficiencia de mis medios; pero si bien en un caso la distancia de dos tercios de módulo es ya sensible, en otro la aproximación de medio milímetro implica un argumento concluyente, a mi entender.

Queda bien patente la existencia de restos de relojes en las escasas Misiones donde L. Lugones efectuó sus, no muy extensas, encuestas.

En realidad, si se efectuase una investigación a fondo, creemos que se encontrarían vestigios o ejemplares completos de relojes solares en todos o en casi todos los poblados de las Reducciones.

NOTAS:

* Padre BUENAVENTURA SUAREZ . (1679 -1750)

Científico y misionero argentino, nacido en Santa Fe, notable astrónomo, cosmógrafo y constructor de instrumentos. Publicó varios libros: *Efemérides*, *Tablas Astronómicas* y el famoso "*Lunario de Un Siglo*", primera edición en Lisboa y cuatro ediciones posteriores. Determinó las coordenadas geográficas de los pueblos de las Reducciones y fundó dos observatorios astronómicos

** LEOPOLDO LUGONES. (1874 -1938)

Escritor argentino nacido en Río Seco. Ejerció el periodismo bajo el nombre de Gil-Paz, fué profesor de Literatura en Buenos Aires e inspector de Enseñanza Secundaria. Su producción literaria se inicia con *Las Montañas de Oro*, *Los crepúsculos del Jardín*, *Himno a la Luna*, libros de versos de sabor bucólico. Destacan también: *La historia de Sarmiento*, *La guerra Gaucha* y el libro póstumo: "*Romance del Río Seco*."

BIBLIOGRAFIA

J. MARIA BLANCH:	Las ciudades perdidas del Paraguay
ARNALDO BRUXEL:	Los treinta Pueblos Guaraníes
GUILLERMO FURLONG:	Matemáticos argentinos
LEOPOLDO LUGONES:	El Imperio Jesuítico.

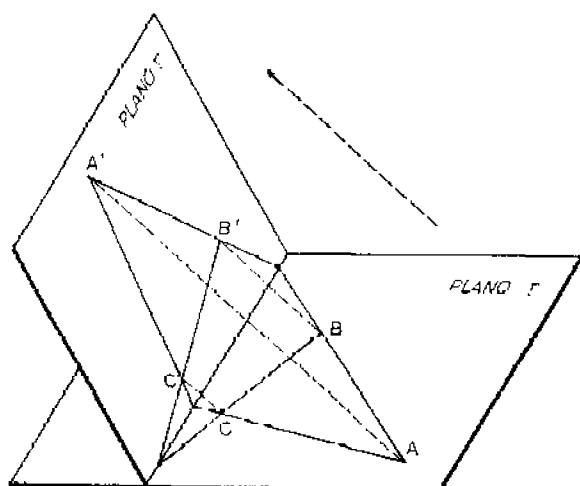
En este artículo se expone la utilización de la transformación geométrica llamada "afinidad" para simplificar el trazado de las líneas horarias en los cuadrantes planos. Como indica el autor en realidad los principios en que se basa esta aplicación han utilizado srepetidamente por los tratadistas clásicos, pero no conocíamos su aplicación sistematica, que permite algunas notables simplificaciones de trazado, .

APLICACIONES DE LA AFINIDAD GEOMETRICA AL TRAZADO DE LAS RECTAS HORARIAS M. LOMBARDO

I. AFINIDAD O TRANSFORMACION AFIN

Consideremos la proyección paralela de una figura situada en el plano Γ sobre otro plano Γ' .

Se dice que ambas figuras, situadas en planos distintos, son afines.



Si abatimos, utilizando como charnela la recta intersección de ambos planos, el plano Γ' sobre el Γ , ambas figuras siguen siendo afines, o sea la figura $A'B'C'$ es la transformada, en el plano Γ , de la ABC por medio de una afinidad. Por lo tanto, una afinidad queda definida por: su eje (la recta mm) y dos puntos homólogos, (tales como A y A'), o por dos pares de rectas homólogas.

En términos generales, se dice que la afinidad es el conjunto de transformaciones lineales en las que la relación de dos vectores paralelos es invariante.

Incluye por lo tanto las traslaciones, giros, y homotecias de la geometría euclídea.

De las anteriores definiciones se deducen las siguientes consecuencias:

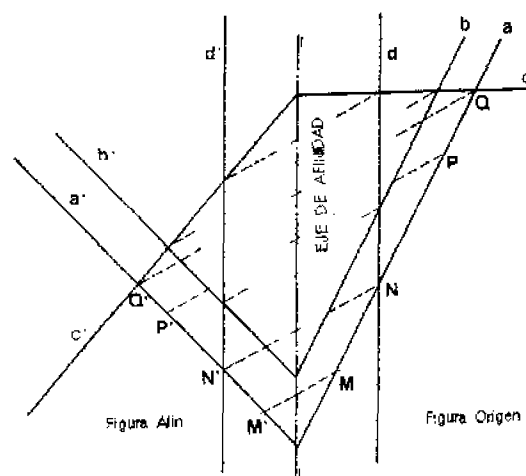
- Todas las rectas homólogas, tales como a y a' , b y b' , c y c' se cortan en el eje de afinidad.

- Dos rectas paralelas, en la figura origen, a y b son también paralelas en la figura afin. Las rectas paralelas al eje de afinidad, d , son paralelas al mismo eje en la figura transformada, d' .

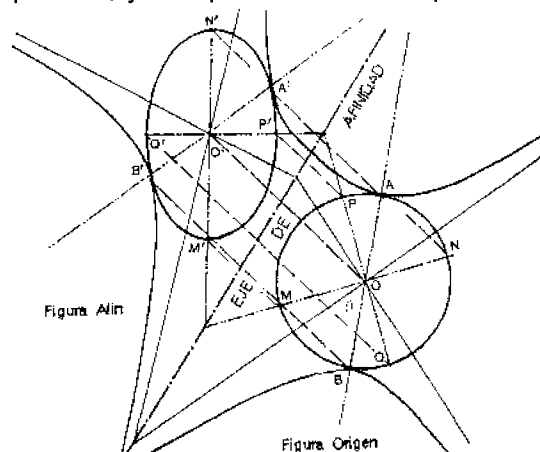
- Los ángulos no se conservan.

- Las series formadas por puntos homólogos en rectas homólogas, son semejantes, es decir $MN/M'N' = MP/M'P' = MQ/M'Q' = NP/N'P' \dots$ etc.

- La relación entre áreas de las figuras afines es constante, en cada transformación determinada.



- La afinidad conserva los puntos del infinito y por tanto el género de las cónicas, por lo que una circunferencia o elipse se transformará siempre en una elipse (o circunferencia), una hipérbola en otra hipérbola, y una parábola en otra parábola.



Las afinidades son un subgrupo de las homologías en el que su centro y las dos rectas límites están situados en la recta del infinito del plano. Por lo tanto es una transformación lineal, en la cual las coordenadas de los puntos de las figuras transformadas están expresadas por medio de funciones lineales de las de los puntos de la figura origen:

$$x' = (ax + by + c) \quad y = (dx + ey + f)$$

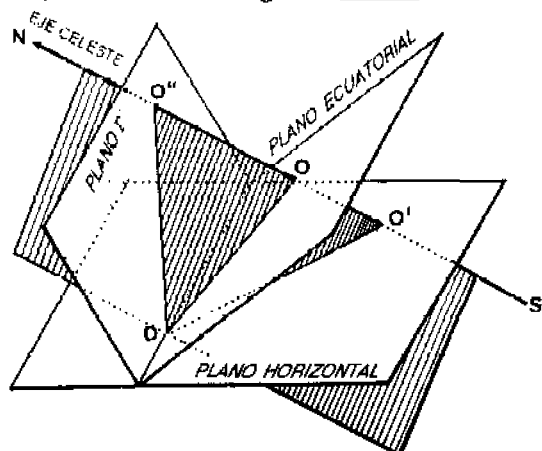
De estas ecuaciones se deduce que el producto de dos afinidades (su aplicación sucesiva) es también una afinidad, aunque varíen entre la primera y última figura transformada sus parámetros definitorios: eje, dirección y constante de afinidad.

II. PLANOS Y LINEAS HORARIAS

Definiremos a los planos horarios como "haz de planos que pasan por el eje celeste y cuyas intersecciones con la esfera celeste son círculos máximos que pasan por los polos y dividen al círculo ecuatorial en partes iguales, correspondientes a horas enteras o subdivisiones de las mismas."

La intersección de estos planos con la superficie donde se materializa la sombra del gnomon define las líneas horarias. En el caso usual, en el que esta superficie sea un plano, serán un haz de líneas rectas con su centro en el punto de intersección del estilo, (recta paralela al eje terrestre), con el plano del cuadrante.

En dos cuadrantes que difieran en la posición relativa de sus planos Γ' y Γ'' las líneas horarias de ambos se cortan en la línea intersección de sus planos, formando dos figuras afines.



Consecuentemente se deduce que:

- Las rectas horarias de dos cuadrantes cualesquiera constituyen figuras afines
- Las líneas horarias de todos los cuadrantes son afines con las determinadas por el haz de planos horarios sobre un plano perpendicular al eje celeste (cuadrante ecuatorial).
- En el cuadrante ecuatorial las líneas horarias forman ángulos iguales entre sí, que corresponden a la división del círculo ecuatorial en intervalos iguales, inversamente proporcionales al número de subdivisiones horarias.

Esta correspondencia constituye la base de casi todas las construcciones gráficas utilizadas por los tratadistas clásicos de gnomónica.

Teniendo en cuenta las propiedades anteriormente expuestas de la transformación afin:

Si $OBCD$ es la mitad de un cuadrante horizontal y $O'B'C'D'$ su figura afin, se tendrá:

$$a = k_1 \cdot a' ; \quad b = k_1 \cdot b' ; \quad c = k_1 \cdot c' \dots$$

$$d = k_2 \cdot d' ; \quad e = k_2 \cdot e' ; \quad f = k_2 \cdot f' \dots$$

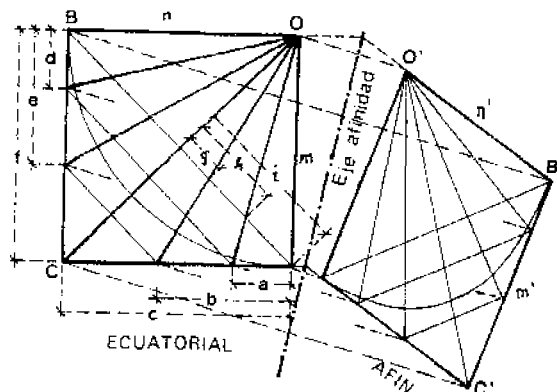
$$m = k_3 \cdot m' \dots ; \quad n = k_3 \cdot n' \dots \text{ etc.}$$

siendo estos coeficientes k distintos, para cada

dirección de las rectas soporte de la serie de puntos y de sus puntos homólogos.

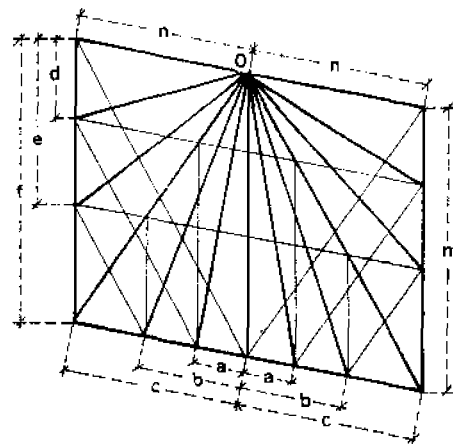
Utilizaremos las relaciones métricas que se obtienen aplicando una transformación afin al reloj ecuatorial, en el cual

$$\begin{array}{lll} m = n = c & a = d = m \cdot \text{tg} 15^\circ & g = a/\sqrt{2} \\ c = f = m = n & b = e = m \cdot \text{tg} 30^\circ & h = b/\sqrt{2} \\ p = m/\sqrt{2} & c = f = m \cdot \text{tg} 45^\circ & i = c/\sqrt{2} \end{array}$$



La transformación afin de este cuadrado en un paralelogramo nos permite establecer las relaciones siguientes, que son válidas para las rectas horarias de todos los relojes planos:

$$\begin{array}{lll} a = m \text{ tg } 15^\circ & d = n \text{ tg } 15^\circ & g = p \text{ tg } 15^\circ \\ b = m \text{ tg } 30^\circ & e = n \text{ tg } 30^\circ & h = p \text{ tg } 30^\circ \\ c = m \text{ tg } 45^\circ & f = n \text{ tg } 45^\circ & i = p \text{ tg } 45^\circ \end{array}$$



Estas relaciones, así como el paralelismo de las rectas auxiliares que se indican, se conservarán en las figuras afines y por lo tanto en todos los cuadrantes, cualquiera que sea la inclinación de su plano con respecto a los planos verticales y horizontal del lugar donde se instale el reloj, es decir cualquiera que sea el ángulo que el plano del cuadrante forme con el eje celeste.

En el párrafo siguiente se utilizan extensamente las anteriores relaciones métricas y gráficas, aplicándolas al trazado de las rectas horarias

III. ALGUNAS APLICACIONES DE LA AFINIDAD

1-RELOJ HORIZONTAL.

Las líneas horarias se obtienen de forma inmediata del reloj ecuatorial, tomando como eje de afinidad la línea de las XII horas y recordando que, siendo ϕ la latitud del lugar: $n = m \cdot \sin \phi$

$$a = n \cdot \operatorname{tg} 15^\circ$$

$$b = n \cdot \operatorname{tg} 30^\circ$$

$$c = n \cdot \operatorname{tg} 45^\circ$$

$$d = m \cdot \operatorname{tg} 15^\circ$$

$$e = m \cdot \operatorname{tg} 30^\circ$$

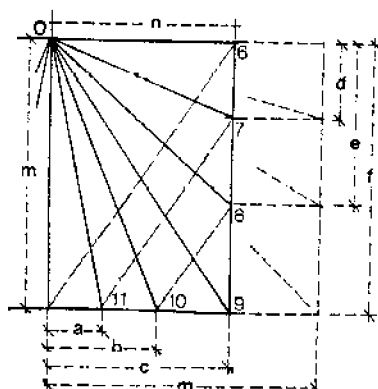
$$f = m \cdot \operatorname{tg} 45^\circ$$

$$2p = \sqrt{(m^2 + n^2)}$$

$$g = p \cdot \operatorname{tg} 15^\circ$$

$$h = p \cdot \operatorname{tg} 30^\circ$$

$$i = p \cdot \operatorname{tg} 45^\circ$$



Las cotas a, b, c, d, e, f, permiten el trazado exacto del cuadrante. Los valores de g, h, i, no son necesarios para este dibujo.

Se ha dibujado únicamente medio cuadrante, la otra mitad es simétrica, como es natural

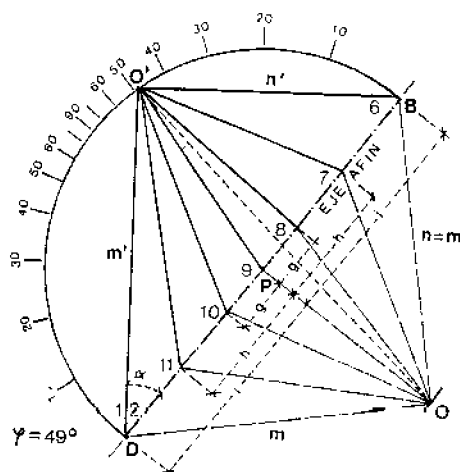
Cambiando la latitud ϕ por la colatitud ($90^\circ - \phi$) se obtiene el cuadrante vertical meridional no declinante, como es bien sabido

2-CIRCULO GRADUADO

En el nº1 de "Analema", al que nos referimos, se explica la construcción de un círculo graduado para el trazado inmediato del reloj horizontal.

Se basa en establecer una afinidad en la cual su eje es la diagonal del cuadrado (rectángulo en la figura afín) y por lo tanto los valores de p, g, h, i se mantienen invariables al cambiar la dirección de afinidad de acuerdo con la relación $n/m = \sin \phi$

El ángulo en O' es recto y el ángulo α viene determinado por $\operatorname{tg} \alpha = n/m = \sin \phi$, lo que permite la graduación del semicírculo en valores de ϕ .



3-RELOJ VERTICAL DECLINANTE

Sea δ la declinación del muro, (ángulo que forma su paramento con la línea E-W.)

Busquemos la figura afín, en el plano del muro, del cuadrante ecuatorial. Fijemos como eje de esta afinidad la vertical o línea de las XII horas.

Si encontramos la correspondencia entre dos puntos B y B' quedará definida la transformación. No es difícil demostrar que esta correspondencia puede determinarse mediante los dos parámetros

$$u = m \cdot (\cos \phi / \cos \delta) \quad v = m \cdot \sin \phi \cdot \operatorname{tg} \delta$$

$$\text{y como:} \quad n = m \sqrt{(u^2 + v^2)}$$

es posible aplicar el mismo trazado anteriormente definido para el reloj horizontal:

$$a = n \cdot \operatorname{tg} 15^\circ$$

$$b = n \cdot \operatorname{tg} 30^\circ$$

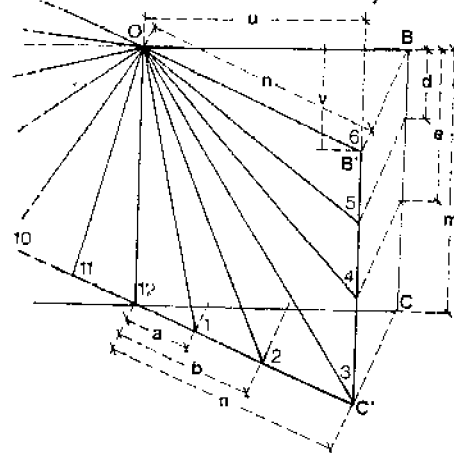
$$c = n \cdot \operatorname{tg} 45^\circ$$

$$d = m \cdot \operatorname{tg} 15^\circ$$

$$e = m \cdot \operatorname{tg} 30^\circ$$

$$f = m \cdot \operatorname{tg} 45^\circ$$

Estas cotas permiten el trazado inmediato y exacto de las líneas horarias del reloj declinante.



Como es natural, si se desean líneas horarias con intervalos menores, por ejemplo de media hora, sería necesario calcular también las cotas intermedias, que corresponden a las tangentes de los ángulos de $7,5^\circ$ $22,5^\circ$ $37,5^\circ$ $52,5^\circ$ etc.

4-RELOJ BIFILAR

La ecuación de las rectas horarias es:

$$x = (g_2/g_1) \cdot \sin \phi \cdot \operatorname{tg} t \cdot y \quad (t = \text{ángulo horario})$$

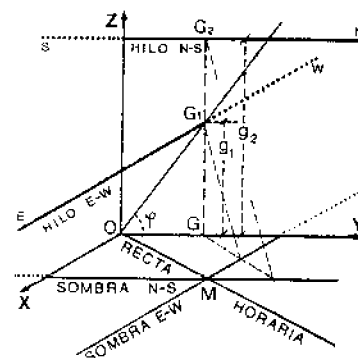
por lo que es posible establecer la afinidad

$$x' = x$$

$$y' = (g_1/g_2) \sin \phi \cdot y$$

lo que equivale a establecer una afinidad con el reloj ecuatorial, o sea que las líneas horarias serán las que corresponden a un reloj para la latitud ficticia ϕ' tal que:

$$\sin \phi' = (g_2/g_1) \sin \phi,$$



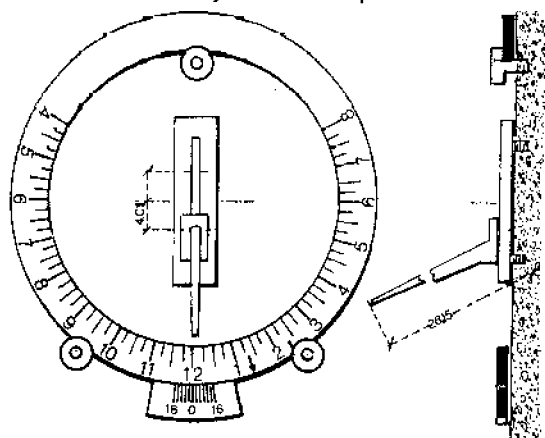
Luis Hidalgo nos presenta un relato que se refiere a la curiosidad despertada entre los asistentes a una "tertulia gnomónica" por las noticias referentes a un cuadrante vertical de tipo aparentemente desconocido. Finalmente se resuelve el enigma: se trata de un cuadrante poco usual, analemático vertical.

UN INTRIGANTE RELOJ (L. HIDALGO)

Había llegado a nuestros oídos la existencia de un extraño cuadrante, ubicado en una finca propiedad de un amigo de nuestro comunicante, en las cercanías de Avila ($\phi=40,65^\circ\text{N}$ $\lambda=20$ min.)

Según su opinión se trataba de un cuadrante adosado a un muro vertical y orientado exactamente al Sur, sin declinación gnomónica. Y pocos más datos nos pudo aportar, pues nunca había visto un reloj como aquel.

Nos mostró un pequeño esquema, que hizo crecer nuestra curiosidad y surgir las más variadas hipótesis. Cada uno de los contertulios creía que sus opiniones eran dogmas y que las demás eran puras especulaciones. Finalmente, para cortar las discusiones se propuso una visita a la localidad donde el reloj estaba emplazado.



El viaje se emprendió una mañana (soleada, naturalmente). La conversación abordó el tema del reloj, del que solamente se sabía con certeza que no era un reloj convencional. Cuando llegamos al lugar apareció ante nuestros ojos aquel objeto de nuestras discusiones, que era contemplado de forma diferente por cada uno de nosotros.

Se trataba de un cuadrante vertical en el cual su estilo no hacía un ángulo con la pared igual a la colatitud, ni era fijo, ya que podía desplazarse verticalmente por una guía o ranura donde existían unas indicaciones de fechas. Carecía de líneas horarias, las horas estaban señaladas en un círculo metálico, móvil, que podía girar alrededor de su centro. Tanto las horas como sus subdivisiones en medias y cuartos estaban espaciadas de forma equidistante. Debajo de la banda metálica donde estaban grabadas las marcas de las horas existía un pequeño limbo graduado en minutos (16 minutos a cada lado de un índice 0). En este arco de círculo estaban anotadas desde las 6 horas hasta las 20

h 45 m. y justamente a las 13h 20m. y 14h 20m. tenía dos flechas indicadoras. El centro del reloj estaba a 1.90 mts sobre el suelo y el diámetro del círculo metálico en el que figuraban la divisiones de las horas era de 50 cms.

Para comprobar si se trataba de un verdadero cuadrante, o de una broma que nos había querido gastar el propietario de la finca, se situó el estilo en el día de la fecha y se comparó su sombra (las 12 era completamente vertical, enfrentada con la indicación 0 de la escala de los minutos) con la hora verdadera local, deducida de nuestros relojes de pulsera mediante las correcciones de longitud y E.T., comprobando que marcaba con exactitud la hora solar local.

Continuamos con comprobaciones ulteriores, dibujos y toma de dimensiones, etc. La hora oficial se obtuvo desplazando el círculo metálico, de acuerdo con la E.T. y la graduación del limbo.

Aún quedaban dudas sobre el tipo del reloj, en alguno de los "investigadores", por lo que se convino que en la próxima reunión expusiese cada cual sus cálculos referentes a este cuadrante.

Como presumimos, el sagaz lector ya sabe que este poco usual cuadrante es un Foster-Lambert situado en un plano vertical orientado al Sur.

COMPROBACION DE SU CALCULO Y TRAZADO:

Se emplea el método del "reloj equivalente" que en este caso consiste en averiguar en qué lugar del globo terrestre, en el mismo meridiano, el plano vertical se transforma en el horizontal. Como es natural la latitud de este punto será igual a la colatitud del lugar donde está el vertical, o sea $\phi' = 49,35^\circ$ S. Todo queda reducido a trazar un reloj horizontal analemático para esta latitud:

Inclinación del estilo:

$$\varepsilon = (90^\circ + 49,35^\circ) / 2 = 69,67^\circ$$

Desplazamiento de la escala de las fechas hacia el centro: $d = R \cdot [\text{tg } \delta_{\text{max}} / \text{tg } \varepsilon]$, ($\delta_{\text{max}} = 23,44^\circ$)

Para un radio de la circunferencia $R=25$ cms y substituyendo valores: $d = 4,01$ cm.

Puesto que el punto hallado para el analemático horizontal equivalente está en el hemisferio sur, debemos invertir los signos del zodiaco y el sentido horario.

La longitud del estilo para que su sombra a las 12 h del solsticio de diciembre llegue a tocar la circunferencia será de 26,15 cms.

L. H

En el siguiente artículo, de VB. Milenio (?) se divaga (en el buen sentido) sobre las horas reales que corresponden a las llamadas Horas de rezo, o Canónicas. Se concluye que la determinación de estas horas fué variable no siendo uniformes los intervalos de tiempo comprendidos entre las mismas.

¿A QUE HORAS REZABAN NUESTROS MONJES ?

I. ANTECEDENTES ORIENTALES

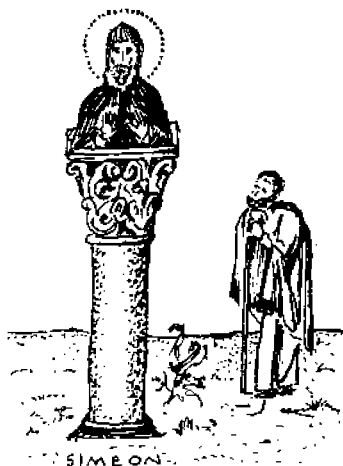
Tanto la institución del Monacato como la distribución diaria de sus rezos tuvieron su origen más remoto en las antiguas religiones orientales.

Citándonos a precedentes más cercanos recordemos que S. Pablo marcha al desierto para vivir en solitario y lo mismo hace S. Antonio, en Egipto.

S. Pacomio funda en la Tebaida numerosos cenobios, donde llegaron a congregarse más de seis mil monjes y San Basilio, "padre del Monacato" propagó el estilo de vida monástica en Capadocia, dando a los monjes griegos dos "Reglas" que fueron fundamentales en toda la vida religiosa de Oriente.

Las muy numerosas y variadas manifestaciones externas de aquellos monjes permitían distinguirlos, según su comportamiento y forma de vida: Ascetas, Anacoretas, Cenobitas, Reclusos, Estilitas, Giróvagos y Sarabaitas. Estos últimos no se sujetaban a ninguna regla

Como ejemplos de algunas de estas extrañas e incluso extravagantes formas de santificarse podríamos citar a San Macario, que vivió en Alejandría apartado en un rincón sin abrir la boca mas que para ingerir algunas hojas de berza, y a S. Simeon Estilita, de Antioquía, quien permaneció subido en una columna durante durante treinta y seis años. (La figura muestra la interpretación que de S. Simeon aparece en el "Menologio" de Basilio II)



Según el "Menologio" de Basilio II

II. EL MONACATO EN OCCIDENTE

S. Atanasio, que llegó a Roma el año 340, dió a conocer el monacato egipcio. A fines del siglo IV los monjes ya eran tan numerosos que al entierro de S. Martin, en Tours concurren más de dos mil

Pero el verdadero fundador de la institución monástica fué indudablemente San Benito, en su monasterio de Monte Casino. Establece firmemente unas "Reglas" precisas sobre el modo de vivir y

actuar de los acogidos a su Orden y en ellas fija las horas y forma de rezar de la comunidad. (año 529)

En el sínodo de Aquisgran, Ludovico Pio impone la Regla de S. Benito en todos los monasterios de su Imperio. Posteriormente en el 910 se separan los monjes de Cluny, y de estos los Cistercienses y aún de estos los Trapenses, que se segregan a su vez en su afán de reinstaurar la aplicación de los preceptos de la Regla en toda su pureza.

III. LAS "HORAS" DE ORACION

Desde sus orígenes la Iglesia quiso santificar determinadas horas del día con una oración en comun, así en Actos III se dice que San Pedro y San Juan ascendían al Templo de Jerusalem "a la hora nona de la Oración".

San Benito en su "Regla" las llama ya "Horas Canónicas" y así se llamarán desde el siglo VI, porque están ordenadas por las normas o Cánones de la Iglesia.

Inicialmente se deseaba que los fieles, o el clero en su representación, tributasen a Dios alabanzas perennes, de ahí las *Laus Perennis* establecidas en algunos monasterios medievales. Mas como tan solo en algunos casos era posible este rezo continuo, se adoptó un criterio más amplio, siguiendo el Salmo (V) 118 "siete veces al día te alabé," y también "a media noche me levantaba para darte gracias".

De ahí las siete Horas Canónicas de los Oficios diurnos, y asimismo los Oficios nocturnos, repartidos estos en tres guardas o vigiliás.

Los siete oficios diurnos son: Laudes, Prima, Tercia, Sexta, Nona, Vísperas y Completas.

Los Oficios nocturnos son únicamente los Maitines, divididos a veces en dos o tres vigiliás.

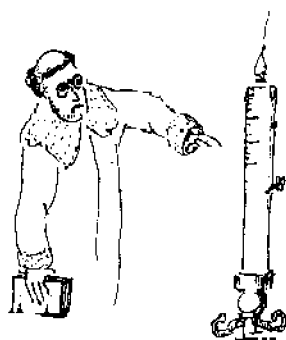
Los Maitines, y después Laudes y Vísperas son las Horas Mayores, todas las demás constituyen las Horas Menores.

No todos los monjes siguieron exactamente este rito monástico Romano; en el rito Hispanogótico o Mozárabe se celebraban tan solo dos Oficios al día: Matutinum y Vesperum o Completum, sirviendo de Tercia la misma Misa. Pero en otros monasterios se rezaban hasta doce Horas menores en el día y varias nocturnas

Aparece, por tanto, una división ordenada en partes del día y de la noche, que sigue de cerca los cómputos horarios judaico y romano de aquellas épocas y que estaba basada en horas desiguales

Generalmente estas horas se identificaban con la división del "día" (período de iluminación) en doce partes, comenzando con la Prima al amanecer, y terminando a la hora Duodecima, al anochecer.

El periodo nocturno se dividía en tres (o a veces cuatro) partes, denominadas "Guardias" o "Vigilias"



Para el cómputo aproximado de las horas nocturnas se utilizaban velas graduadas o lámparillas de aceite con las que se determinaba el paso del tiempo midiendo el consumo de combustible.

También se utilizaron clepsidras, o relojes de agua, de las que existen numerosas referencias y se conservan descripciones de los más notables, complicados e incluso monumentales ejemplares.

Estos métodos para estimar el transcurso del tiempo eran conocidos por lo menos desde el siglo VIII a.C. y, desde luego, por los Romanos.

Por ejemplo: Plinio dice, refiriéndose a los trabajos que se efectuaban en las galerías profundas de las minas y túneles:

"...calaban los montes con luces de candiles, y ellas mismas son la medida del trabajo y vigilias ..."

Mas no nos referimos a estos dos sistemas de medir las horas nocturnas, que evidentemente también es posible utilizar para las horas diurnas, ya que tenían el inconveniente de marcar horas iguales, mientras que las actividades humanas se regulaban casi exclusivamente por el tiempo determinado por el periodo de iluminación solar.

IV. LOS RELOJES CANONICOS O DE MISA

Las horas del día, con su origen y final marcados por el evidente fenómeno astronómico del orto y ocaso solares eran usualmente medidas, en los monasterios por medio de unos elementales relojes de Sol, que hoy denominamos *Canónicos*, o de Misa.

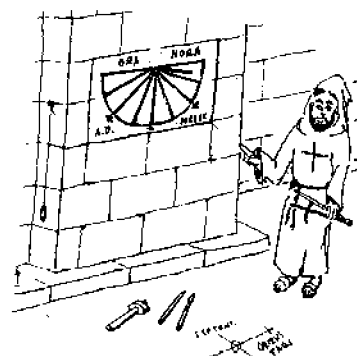
Mas las horas del orto y del ocaso, y la duración del crepúsculo varían, como es bien sabido, con la latitud del lugar y con la época del año.

Por consiguiente, dado el peculiar trazado de estos relojes, los intervalos de tiempo entre las diversas horas canónicas no son iguales a lo largo del día, durante el transcurso del año, ni coinciden

con las verdaderas horas solares, sean estas equinocciales (iguales) o desiguales.

Generalmente estos relojes canónicos se encuentran en una fachada del Monasterio o Iglesia orientada al Sur, aunque no siempre con exactitud.

Su trazado es bastante elemental pues consiste sencillamente en un semicírculo, (o un círculo completo), dividido en partes iguales, señalando también los radios correspondientes a estas divisiones.



En el centro del círculo se planta una varilla o gnomon horizontal y perpendicular al muro.

Cuando la sombra de este gnomon coincide con alguna de las divisiones marcadas (generalmente con una cruz o símbolo análogo), indica las horas que podríamos llamar "tercia y nona canónicas" y que, como se ha indicado, no coinciden más que en determinados días con las verdaderas horas de nona y terciá solares, aunque evidentemente sí coinciden las horas del orto y ocaso y la hora de mediodía.

V. LAS HORAS DE ORACION

El primer problema que plantean este peculiar sistema de dividir el día y la noche en partes aproximadamente iguales es el de la desigual duración de estos períodos en el transcurso del año.

La duración de la noche más corta (y la mas larga), para diferentes latitudes, naturalmente en los solsticios, se refleja en el cuadro adjunto:

Latitud	Duración extrema	Latitud	Duración extrema
0°	12 ^h ± 0 ^m	40°	± 2 ^h 51 ^m
5	± 17 ^m	45	± 3 ^h 26 ^m
10	± 35 ^m	50	± 4 ^h 09 ^m
15	± 53 ^m	55	± 5 ^h 07 ^m
20	± 1 ^h 13 ^m	60	± 6 ^h 30 ^m
30	± 1 ^h 56 ^m	65	± 6 ^h 09 ^m
35	± 2 ^h 22 ^m	66°33'	± 12 ^h

Monte Casino está situado aproximadamente a 41,4° de latitud por lo que el día más largo del año tiene una duración de unas 15 horas. Teniendo en cuenta el crepúsculo, las horas canónicas dividían el día en partes no muy desiguales, y la duración de la noche más corta, que es de 9 horas en el Solsticio permitía un exiguo aunque razonable período de

descanso desde Completas hasta Maitines., de más de cinco horas de sueño

Mas no ocurre lo mismo en los monasterios que posteriormente fueron fundados en latitudes mucho más al Norte, hasta 55 °.(recordemos a San Colombano, fundador en Irlanda)

Si consideramos la mencionada latitud de 55 °, la duración de la noche más corta es de unas 7 horas y el crepúsculo vespertino enlaza con el matutino, o sea que no llega a haber realmente noche oscura (la *intempesta nox* de los romanos)

En este caso y durante los días cercanos al Solsticio de Verano, el rezo de Maitines, que solía iniciarse a la segunda vigilia, no permitiría mas que un período de sueño de unas tres horas, a nuestro juicio insuficiente para conservar la salud, y la actividad de los monjes durante el largo "día" de 17 horas entre orto y ocaso.

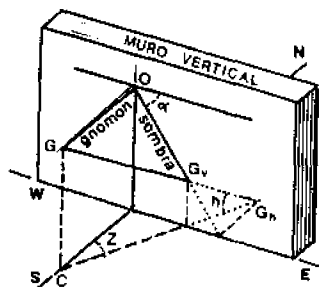
Es cierto que después de la hora sexta, se permitía un ligero descanso (de ahí la "siesta" que por consiguiente, y en contra de lo generalmente admitido, no debe ser de origen meridional aunque se haya conservado preferentemente en los países del Sur).

Además se adelantarían las horas de Vísperas y Completas, acostándose los monjes antes de comenzar el crepúsculo, y se retrasaría la hora de Maitines hasta la tercera vigilia.

Aún así, la falta de sueño de los monjes debía producir, en el coro, voces gangosas y fuertes disonancias en el contrapunto antifonario, con el consiguiente disgusto del Abad o Prior

Pero ¿a que hora correspondían en realidad las horas canónicas de terciá y nona ?

Por analogía con las denominaciones de umbra recta y versa llamaremos "azimut versa" al ángulo α que la sombra de un gnomon perpendicular a un plano vertical meridional forma con la línea vertical que pasa por su pie



Para obtener estas horas solares es necesario calcular a que hora corresponden los valores del ángulo α cuya azimut versa es de $\pm 45^\circ$, admitiendo que cuando la sombra del gnomon alcanzaba estas líneas, suponían los monjes que eran

las horas terciá y nona, lo que es cierto, con relativa aproximación y con un desfase constante excepto en determinadas épocas del año o para latitudes no muy superiores a 55 °

Para el cálculo de estas horas utilizaremos las conocidas fórmulas:

ORTO

$$(1) \quad \cos h = -\operatorname{tg} \varphi \cdot \operatorname{tg} \delta$$

ALTURA

$$(2) \quad \sin h = \sin j \cdot \sin \delta + \cos \varphi \cdot \cos \delta \cdot \cos H$$

AZIMUT

$$(3) \quad \operatorname{tg} Z = (\sin H) / (\sin \varphi \cdot \cos H - \cos \varphi \cdot \operatorname{tg} \delta)$$

$$(4) \quad \sin Z = (\cos d \cdot \sin H) / (\cos h)$$

y la menos usual, pero que se deduce sin dificultad de la figura anterior:

ANGULO α (AZIMUT VERSA)

$$(5) \quad \operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} h / \sin Z$$

Mediante estas fórmulas se ha calculado las horas de terciá y sexta canónicas, el orto y ocaso y la duración de los crepúsculos, para los diferentes valores de la declinación solar y para latitudes de 40 y 55 grados respectivamente. Estos valores se reflejan en los siguientes gráficos:

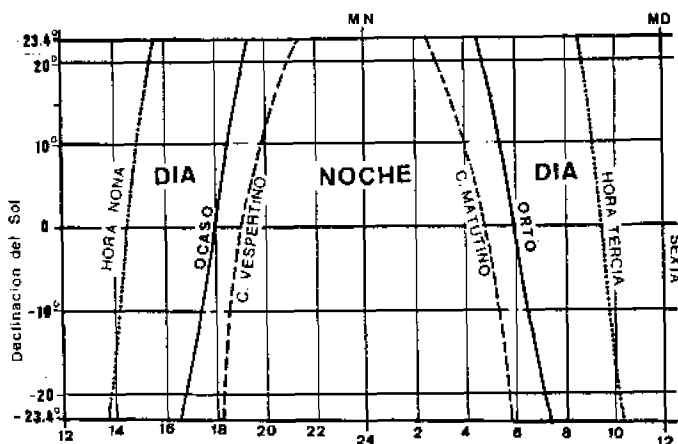


Gráfico 1 LATITUD DE 40 GRADOS

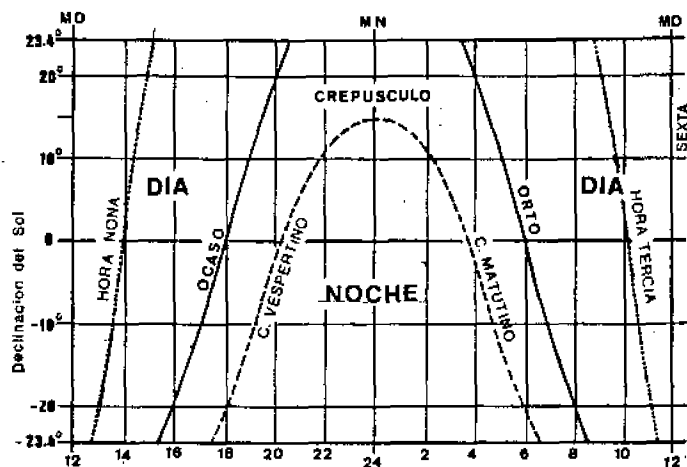
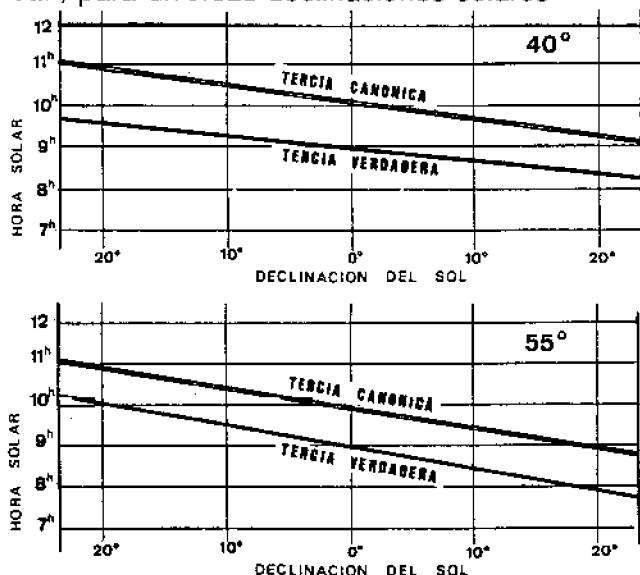


Gráfico 2. LATITUD DE 55 GRADOS

VI · ORA ET LABORA ... SED IN HORA

Como ya se ha indicado, es probable que en las latitudes por encima de 50° utilizasen la larga duración de los crepúsculos para ajustar el horario de las últimas y primeras oraciones (Completas y Prima), atrasando la hora de Mitines.

Para ver a que hora real de tiempo solar verdadero correspondían la horas de tercia canónica se ha calculado y trazado dos gráficos, en los que se comparan la "Tercia Canónica" y la "Tercia real", para diversas declinaciones solares



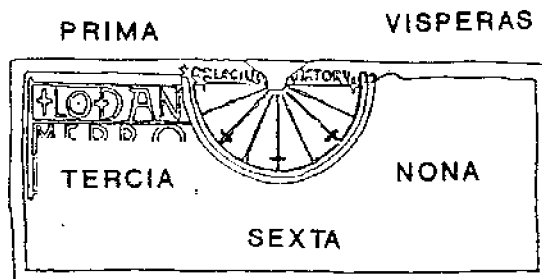
Ambos gráficos muestran que existe un retraso de una hora aproximadamente entre la hora canónica de tercia y la real (adelanto en la de sexta, por la simetría del curso solar respecto a la línea de las XII horas). Esta diferencia es de 1h.18m. en el solsticio de invierno y de 52 minutos en el de verano, para latitud 40° , y de 55 min. y 1 hora respectivamente para 55° . En los equinoccios la diferencia es casi exactamente de una hora, para ambas latitudes.

La diferencia puede ser compensada trazando la línea de las horas con un ángulo α algo menor de 45° , o dividiendo el semicírculo en mayor número de partes y acotando la línea correspondiente. No poseemos suficientes datos de cuadrantes de este tipo para ver si realmente se llegó a utilizar esta corrección empírica en alguno de ellos.

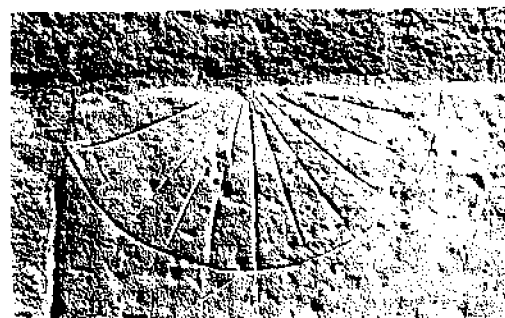
Se deduce que, no obstante el rudimentario sistema de trazado de estos cuadrantes canónicos es posible conocer mediante los mismos, (evidentemente en los días soleados y de un modo no muy exacto) las horas de oración tercia y nona, y exactamente la línea de mediodía o sexta, ya que las horas del orto y ocaso y la duración del crepúsculo pueden ser observados directamente.

VII. ALGUNOSEJEMPLOS

En todos los tratados de gnomónica figuran ejemplos de este tipo de cuadrantes. Reproducimos uno de ellos, muy conocido, al que se han superpuesto las indicaciones de las horas canónicas.



En nuestro país existen más de un centenar de estos cuadrantes. Como ejemplo de ellos presentamos dos dibujos, el primero corresponde a la Iglesia Parroquial de Quintanilla de las Viñas. Consiste en un semicírculo dividido en doce partes iguales y que probablemente está grabado en un sillar posteriormente reutilizado.



El segundo tipo, de trazado poco convencional se encuentra en la Iglesia de Santibáñez del Val

Es incluso dudoso que sea realmente un reloj, aunque pudiera ser un reloj de Misa, trazado de un modo totalmente empírico. Obsérvese que las líneas horarias no forman ángulos de 45° , ni siquiera iguales.



Se conocen ejemplos de relojes de este tipo, en los que las líneas de las horas de rezo forman ángulos desiguales. A este propósito recordamos el discutible, pero muy interesante artículo publicado en Analema 5 por M.M. Valdés, y titulado: "El reloj de Orchomenos, un reloj singular".

En el Museo Provincial de Cuenca se encuentra un reloj de sol hallado en 1972 en las excavaciones efectuadas en la ciudad romana de Segóbriga. M.M. Valdés, tras unas notas históricas nos describe las circunstancias del hallazgo de este reloj, sus medidas principales y el trazado de sus líneas horarias.

EL RELOJ ROMANO DE SEGOBRIGA

M.M. VALDES

Los griegos tomaron de los babilonios (y estos posiblemente de los egipcios) muchos conocimientos astronómicos, entre los que se encontraba la técnica de medir el tiempo por medio de los relojes de Sol, así como la costumbre de emplear como patron de medida el resultado de dividir el tiempo comprendido entre el orto y el ocaso en doce partes iguales.

Los romanos asimilaron los conocimientos técnico de los griegos, y continuaron con el mismo sistema de medida del tiempo, que conduce a unas "horas" de duración diferente cada día del año, y llamaron a las horas con numerales correlativos, correspondiendo la hora sexta al mediodía (siesta).

Según los historiadores romanos el primer reloj de sol que se instaló en Roma, el año 293 a.C. fué un botín de guerra que, construido para la región de los Sammitas, no marcaba la hora correctamente. Los romanos tardaron, a partir de este poco riguroso comienzo de su tradición gnomónica, más de cien años en disponer de un cuadrante bien calculado para Roma.

En la época de esplendor del Imperio los relojes de sol se encuentran en todas las ciudades y villas importantes. En las excavaciones de Pompeya (destruida el año 76) se han encontrado:

- 12 scaphes
- 1 scaphe en sombra
- 9 cónicos
- 4 horizontales planos
- 1 vertical no orientado
- 1 de tipo no identificable

es decir, 28 relojes de sol.

En el libro "Greek and Roman Sundials" de Sharon L. Gibbs se relacionan, entre los conservados en los museos:

scaphes	75
scaphes en sombra	23
cónicos	109
horizontales	15
verticales	25
cilíndricos	2
otros tipos	7

que suman 256. Probablemente el número real es muy superior, ya que sólo cita dos ejemplares, de los seis conservados en España

TIPOS DE RELOJES DE SOL ROMANOS

Los cuadrantes horizontales y verticales son similares a los que es habitual encontrar en viejos monumentos e iglesias, aunque el trazado de las líneas horarias es ligeramente diferente a causa de su peculiar horario.

Los scaphes y los relojes cónicos son típicos del horario temporario o romano. Su principio es sencillo: se trata de realizar una simetría o proyección de la esfera celeste desde un punto, extremo del gnomon o indicador, sobre una semiesfera hueca o sobre una superficie cónica. Esta última superficie se utiliza porque, aunque diferente de la esfera celeste, resulta más fácil de tallar que una hemiesfera.

En todos los tipos canónicos de relojes romanos la hora no la marca la línea de la sombra que arroja el gnomon, sino la sombra de un punto que casi siempre es su extremo.

Los primeros relojes que produce la gnomónica romana corresponden al tipo scaphe, a una de cuyas variedades pertenece el hallado en Segóbriga.



FOTOGRAFIA DEL RELOJ ROMANO HALLADO EN SEGOBRIGA

LUGAR DEL HALLAZGO

En la campaña de 1972, al excavar las ruinas de un pequeño templo que se encuentra en el centro cívico de Segóbriga (latitud $39^{\circ} 53' 30''$ N. longitud $2^{\circ} 48' 25''$ W.) entre el Teatro y el Anfiteatro, apareció un reloj solar bastante bien conservado, que hoy se puede admirar en el Museo Provincial de Cuenca

TRAZADO DEL SCAPHE

La técnica romana para trazar este tipo de reloj utiliza tres propiedades del movimiento del Sol:

- El movimiento diario está contenido en un plano y por tanto su reflejo en el reloj será la intersección de un plano con la semiesfera, o sea un círculo.
- La posición de este círculo depende de la altura del Sol en el cielo y de la latitud del lugar. Por tanto los relojes deben ser contruidos para un lugar determinado.
- Las líneas horarias pueden ser substituidas, sin gran error, por círculos máximos de la semiesfera.

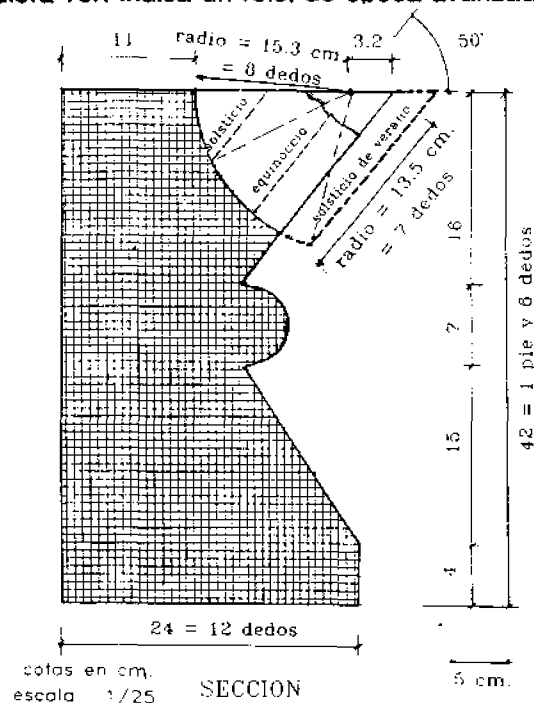
Por lo tanto el sistema de trazado es simple:

Se comienza por materializar en la semiesfera hueca, limitada por un plano horizontal que pasa por el centro o extremo del gnomon y que representa el horizonte, las líneas de sombra correspondientes a los solsticios y al equinoccio.

Se dividen en doce partes iguales cada uno de estos círculos menores, y los círculos máximos que unen las divisiones homólogas forman las líneas horarias.

TIPO Y MEDIDAS

El scaphe de Segóbriga pertenece a un tipo en el que la superficie ahuecada no es la total necesaria para construir un reloj completo, sino menor, tal como se comprueba en el dibujo "SECCION". Hay que suponer que se trata de un sistema de construcción que facilita su talla, ya que gnomonísticamente no tiene ninguna justificación. Durante el periodo de tiempo comprendido entre mediados de abril y el solsticio de verano la sombra del extremo del gnomon caerá fuera de la superficie del reloj y será preciso leer la hora por la raya de la sombra. Este artificio, corruptela o mejora según se quiera ver, indica un reloj de época avanzada.



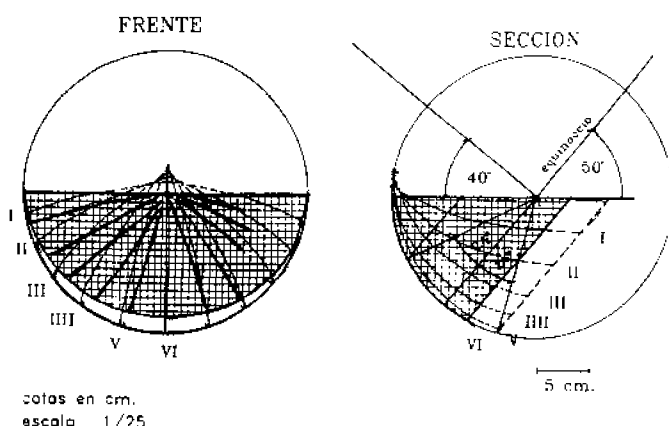
SCAPHE de SEGOBRIGA

No resulta fácil medir una pieza con las asperezas e irregularidades que presenta este reloj. Las medidas que se marcan en los dibujos podrán ser diferentes de las que obtengan otros medidores

Faltan, y no hay vestigios de que hayan sido grabadas, las líneas de sombra diaria, que señalarían el recorrido del Sol en los solsticios y equinoccios.

En el dibujo "FRENTE" se puede comprobar que el tallista se ha apartado del trazado exacto, y ha llevado las líneas equinociales a coincidir con la base del Gnomon para facilitar la lectura de la hora, aunque sea a costa de la precisión horaria del scaphe.

Aparentemente la pieza está modulada con el *pié olímpico*, señal también de época avanzada, con un pie y seis dedos de altura, doce dedos en la base y ocho dedos de radio de la esfera hueca.



SCAPHE de SEGOBRIGA

CALCULO DE LA LATITUD

Al no disponer de las líneas de sombra de los solsticios y equinoccio se complica la estimación de la latitud de cálculo, que solo puede estimarse en función del ángulo de la cara inclinada con la horizontal. Una media de las medidas tomadas para este ángulo arroja la cifra de 50° , que coincide casi exactamente con la colatitud de Segóbriga que es de $50^\circ 06'$.

RESUMEN

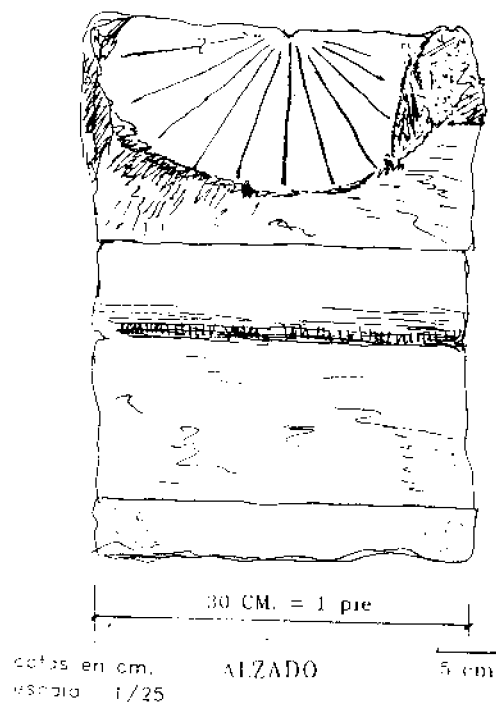
De acuerdo con lo expuesto en los párrafos anteriores, se pueden extraer las siguientes consecuencias:

a). El reloj hallado en 1978 en las excavaciones efectuadas en Segóbriga es del tipo denominado "scaphe", usado habitualmente por los romanos en todo su Imperio.

b). El trazado de las líneas horarias es bastante aproximado, correspondiendo a un sistema usual que se utilizaba en época avanzada, aunque no es posible la datación de este ejemplar basándose tan solo en sus características gnomónicas.

c). Parece estar diseñado para la latitud de 40° , o sea muy aproximadamente la de Segóbriga.

LATITUD $39^\circ 53' N$ Pie olímpico = 16 dedos = 30.85 cm
LONGITUD $2^\circ 48' W$



SCAPHE de SEGOBRIGA

NOTA 1 : Existen otros muchos relojes sin líneas diarias. Gibs Sharon cita los siguientes:

1.005 G	Catania	Museo de la Ciudad	$r = 137 \text{ mm.}$
1.006 G	Villa romana	Castroreale	$r = 158 \text{ mm.}$
1.021 G	Pompeya		$r = 208 \text{ mm.}$
1.046	Grenoble	reusado (siglo III)	$r = 115 \text{ mm.}$
1.052	Cartago	Museo de Cartago	$r = 115 \text{ mm.}$
1.063 G	Zagreb	Museo Arqueológico	$H = 684 \text{ mm.}$
			$H = 415 \text{ mm.}$

cuyas características pueden compararse con el ejemplar que estamos describiendo:

.....	SEGOBRIGA	Museo de Cuenca	$r = 150 \text{ mm}$
			$\approx 5 \text{ pies}$

En ellos no se puede apreciar, con la información que se obtiene en [G. S.] si también existe un recorte de las dimensiones teóricas del reloj

NOTA 2: Agradecemos las facilidades dadas por el Director del Museo Provincial de Cuenca, Manuel Osuna Ruiz, para el examen de este valioso ejemplar arqueológico.

Asimismo queremos hacer constar que las primeras noticias que tuvimos de la localización actual de este reloj nos fueron facilitadas por Nicole Marquet, distinguida asociada de S.A.F. y de A.A.R.S

BIBLIOGRAFIA:

- M. L. VITRUBIO : "LOS DIEZ LIBROS DE ARQUITECTURA". Transcripción de Agustin Blanquer
SHARON L. GIBS : "GREEK AND ROMANS SUNDIALS" Edición 1976

LES CADRANS SOLAIRES DE PARIS

Título: CADRANS SOLAIRES DE PARIS
 Autores: Andrée Gotteland
 Georges Camus
 Signatura: ISBN 2-271-05035-9
 Tamaño: 19,5 x 24 cm.
 Páginas: 224
 Edición: 1993
 Publica: © CNRS Editions. - (Paris)
 Imprime: Herissey. - (Evreux)
 Idioma: Francés.
 Prólogo: Robert Sagot
 Precio: FF. 145

El libro que se reseña nos presenta el magnífico resultado obtenido de la colaboración entre la distinguida documentalista Andrée Gotteland y George Camus, "ancien géomètre" y proyectista principal del "Office national d'études et de recherches aérospatiales" de Francia.

Constituye una excelente guía y repertorio de los cuadrantes solares que existen o han existido en la Villa de Paris, ilustrado con más de 250 dibujos de relojes y varias fotografías a toda página y en color de los ejemplares más notables.

La ubicación de los relojes está indicada con exactitud; su descripción y la explicación de cada uno de ellos está facilitada por detallados dibujos, de gran precisión y claridad, y por el comentario de las vicisitudes históricas de los cuadrantes y de los edificios donde están o estuvieron instalados.

Los autores han conseguido, respetando escrupulosamente el rigor histórico y científico, un texto de gran amenidad, que es totalmente asequible a cualquier persona que desee apreciar los aspectos estéticos y culturales de estos interesantísimos monumentos.

El libro está dividido en tres secciones:

- La primera es de carácter general, explicativo de su contenido y de la metodología empleada
- La segunda constituye un verdadero repertorio de los ciento nueve cuadrantes y meridianas reseñados, incluyendo numerosos planos de situación y dibujos aclarativos de la descripción de cada reloj
- Finalmente, en la tercera sección y bajo el título de "Como leer un cuadrante solar" se exponen unas concisas nociones de cosmografía y gnomónica que permiten comprender con gran facilidad el funcionamiento de estos artífices.

Un extenso Índice bibliográfico y cronológico, que contiene más de cien referencias y un cuadro

sinóptico con la clasificación tipológica de los cuadrantes completan muy eficazmente este libro.

A continuación se presenta el índice de las materias tratadas en cada una de estas tres partes:

I EL "TABLEAU DE CHASSE" DE LOS CUADRANTES SOLARES DE PARIS.

Los cuadrantes solares y las meridianas de Paris
 Investigación de la fecha de los cuadrantes.
 Los cuadrantes solares, época por época.
 Los autores de los cuadrantes.
 La restauración de cuadrantes.
 Los cuadrantes solares desaparecidos.
 Los cuadrantes de los museos de Paris.-
 Las "divisas" de los cuadrantes solares de Paris

II CIENTO NUEVE CUADRANTES SOLARES DE PARIS, CLASIFICADOS POR DISTRITOS (clasificados del 1º al 20º "arrondissement")

III COMO LEER UN CUADRANTE SOLAR

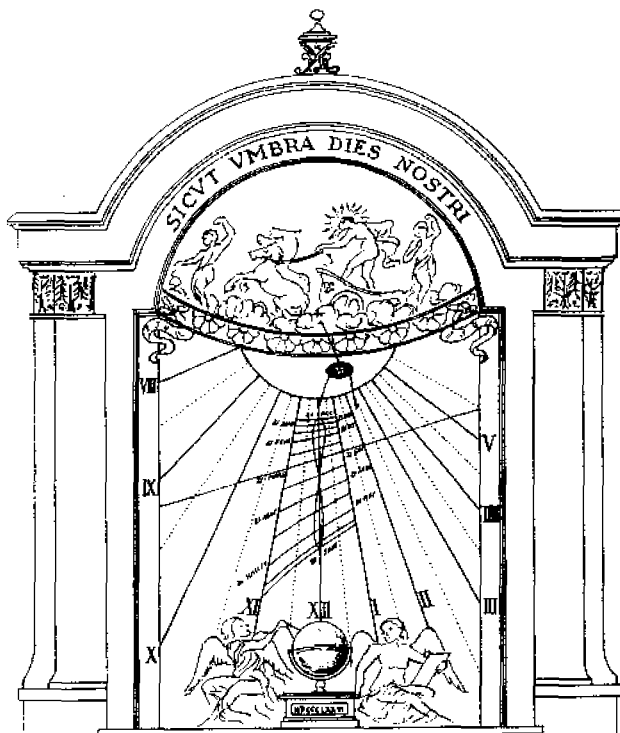
Geografía y Gnomónica.
 Los Cuadrantes Solares.
 Las Meridianas.
 La información dada por los cuadrantes.
 Cuadro sinóptico de los cuadrantes y Meridianas de Paris

Bibliografía

Índice Temático.

Índice de los cuadrantes Solares.

Como ejemplo de las ilustraciones del libro se reproduce, reducida, la figura que representa el reloj solar que existe en la fachada meridional de la "Cour d' Honneur" de la Sorbonne. (pg. 81) M.L.



Esta historieta se retrotrae a los años de juventud de algunos de nuestros lectores, cuando empezaron a publicarse en España las mejores novelas de misterio de los autores clásicos de este género, principalmente en las traducciones efectuadas por la popular Editorial Molino en su conocida serie Oro.

Solo para mayores de 70 años : EL RELOJ DE Mr. POTTERMACK

Entre las primeras narraciones de misterio que cayeron en nuestras manos, allá por los años 35, había una en la que según borrosos recuerdos de los autores de este artículo figuraba un Reloj de Sol como parte integrante del relato.

No hace mucho tiempo recibimos una nota de nuestro eminente asociado A. García de Gúdal con una leyenda en la que figuraban las palabras:

SOLE ORTO: SPES - DECEDENTE: PAX

Esta divisa era, precisamente, la que ostentaba aquel reloj. Y también G. de Gúdal había leído en su juventud la novela y se acordaba de su argumento, aunque no del autor, por lo que decidió consultar a la Editorial Molino, indicando solamente que se trataba de una novela de su "Biblioteca Oro" en la que aparecía un reloj solar. Incluso creíamos, erróneamente, que el autor era E. Ph. Oppenheim.

Esta Editorial ha tenido la amabilidad de investigar en sus extensos fondos, identificando título, autor y edición, y enviarnos una fotocopia de la página 6 del texto de la narración, donde se describe este, para nosotros, famoso reloj.

Para uso de los nostálgicos que apreciaban en su juventud este género literario, reproducimos a continuación parte de un párrafo de este relato, (sin revelar el nombre del asesino, desde luego).

Mas para mantener el misterio no aclararemos hasta el próximo "Analema" el nombre del autor, ni tampoco el título de la narración.

Como recordatorio: Les indicamos que también se habla en ellade una momia "reciclada", de un tacon giratorio y de caracoles. ¿No nos acordamos?

Invoquemos a Mnemosine.....

.....Llegaríamos a descubrir que, antes que éstos, existieron ciertos remotos antecedentes, que jugaron un papel indispensable en la evolución de los hechos.

En cuanto a la presente historia, su clase y consecuencias pueden muy bien achacarse al singular descubrimiento que mister Pottermack hizo en su jardín. A pesar de ello, si se mira el asunto más de cerca, dudáramos de que tal descubrimiento se hubiera realizado sin el reloj de sol. Con seguridad no se hubiera realizado en ese crítico instante de la vida de mister Pottermack, y de no haberlo descubierto... pero no gastemos energías en meras suposiciones. Tomaremos el camino más sencillo y seguro: empezaremos con el reloj de sol.

Ello fué que, cuando Pottermack vió el cuadrante solar por primera vez, estaba en el patio de la casa de un albañil, en las afueras del pueblo. Como se veía que tenía ya algu-

nos años, era indudable que mister Gallett,—dueño del patio aquél—no lo había hecho. En medio de ostentosos trabajos y bloques, recién labrados, de piedra, el reloj de sol tenía el aspecto triste de algo despreciado, ruinoso. Ahora, que mister Pottermack había tenido siempre verdaderos deseos de tener un reloj de sol. Su grande y enmurallado jardín parecía pedir a gritos algún interesante motivo central. Y ¿qué mejor ni más encantador adorno que un cuadrante, que, como las flores y árboles que le rodearan, viviera y tuviera su razón de ser únicamente por la mágica virtud de los dorados rayos del sol?

Mister Pottermack se paró en el dintel de la puerta abierta y contempló el cuadrante (usó esta palabra, porque parece abarcar también la base o soporte de piedra). Era de una graciosa estructura, con un acordonado capitel, cual columna normanda, una ancha base y una cabeza cuadrada. La pátina del tiempo y el líquen hicieron que mister Pottermack encontrara muy de su gusto aquella convencional antigüedad, que en tan buen estado se hallaba. Por si esto fuera poco, tenía también un lema, grabado en los lados del cuadrante, y cuando, al entrar en el patio, dió la vuelta al reloj y leyó la divisa, su placer subió de punto. Le gustó el lema, que hacía vibrar una cuerda sensible de su alma. *Sole orto: spes—decedente, pax* ¡Pudiera haber sido su propio lema! ¡Al salir el sol, esperanza; al ponerse, paz! En su vida había salido el sol con esperanzas y la paz, en su ocaso, era su mayor y ferviente deseo. Y así como la leyenda, con discreta reticencia callaba sobre el periodo intermedio, así él deseaba olvidar ciertos momentos del pasado, con la esperanza de que el amanecer se coronara de paz al llegar la noche, con las sombras de su vida.

—Mirando el viejo cuadrante, ¿eh?—dijo el albañil, cruzando el patio y disponiéndose a charlar.—Un bonito labrado y maravillosamente conservado. Ha contado ya un buen puñado de horas, ¿seguro? ¡De mil setecientos treinta y cuatro! Y dispuesto a seguir contando otras tantas. Sin ruedas que se emmohezcan u oxiden; que no tiene ni desgaste ni roturas. No atrasa nunca ni necesita cuerda. Son muchas ventajas las de un reloj de sol...

—¿De dónde procede?

—Lo traje del jardín de Apsley Manor House. La casa señorial o feudal de Apsley que ha sido rehecha a la moderna. El nuevo propietario me dijo lo quitara de en medio. En estos tiempos no tienen utilidad los relojes de sol, me añadió; así es que está en mi poder. ¿No lo querría usted para su jardín? Es barato.

Por lo visto, al precisar, resultó que lo daba ridículamente barato, tanto, que mister Pottermack cerró el trato en seguida.

—¿Lo llevará usted a mi casa y lo instalará?—preguntó.

—Sí, señor, aunque no necesita gran instalación. Si decide usted dónde hay que po-

El Dr. Soteras Elía, miembro-corresponsal de nuestra Asociación en Pamplona, nos remite información gráfica sobre la técnica de reproducción y vaciado de modelos en relieve, que a continuación se expone.

TALLER

Siguiendo estas instrucciones no es difícil conseguir moldes de escayola o de cola para obtener vaciados en pasta de cemento. La pasta debe ser fluida: 3 p. de cemento 1p. de arena muy fina, a ser posible silíceas y lavada, y de 4 a 5 partes de agua

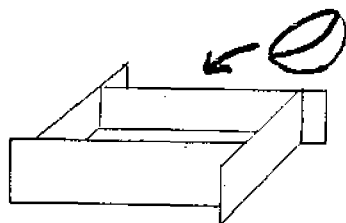
A) OBTENCION DE UN OBJETO PLANO CON POCO RELIEVE p. e. RELOJ DE SOL

A.1



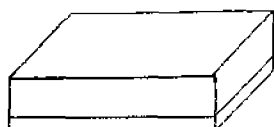
- DESMONTAR EL ESTILO
- SOPORTE DE MARMOL O CRISTAL
- ARCILLA SOBRE LOS BORDES DEL MODELO PARA FACILITAR SU SALIDA

A.2



- COLOCAR UN BASTIDOR DE MADERA EN LOS BORDES DEL SOPORTE PARA FACILITAR LA SALIDA.
- DAR UNA MANO DE ACEITE COMUN AL SOPORTE Y AL MODELO.
- VACIADO DE LA ESCAYOLA.

A.3



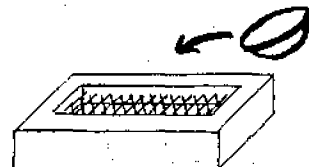
MOLDE OBTENIDO.

A.4



- DOS MANOS DE SOLUCION ALCOHOLICA DE GOMA LACA AL 20 %

A.5



- DAR UNA MANO DE ACEITE COMUN, COLOCAR UNA REJILLA Y VACIAR EN CEMENTO

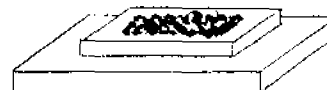
A.6



MODELO REPRODUCIDO

B) MODELOS CON RELIEVE IRREGULAR

B.1



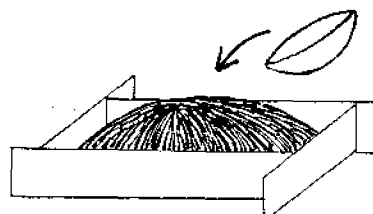
- MODELO SOBRE SOPORTE

B.2



- PROTEGER EL MODELO CON PAPEL DE ESTAÑO Y CUBRIR CON ARCILLA

B.3



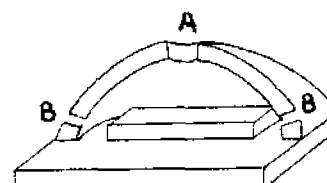
- COLOCAR MARCO, DAR ACEITE Y VACIAR EN ESCAYOLA

B.4



- SECCION DEL MOLDE OBTENIDO. SE PUEDE HACER POR PIEZAS

B.5

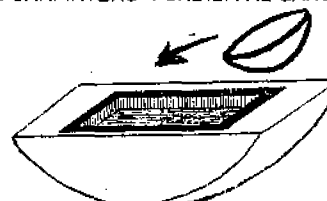
SE HA QUITADO LA ARCILLA:
A - ORIFICIO PARA VACIADO
B - RESPIRADEROS

B.6



GOMA LACA AL 20 %. ACEITE Y VACIADO CON COLA DE CARPINTERO FUNDIDA AL BAÑO MARIA

B.7



- MOLDE DE COLA. RETIRAR EL MODELO Y VACIAR EN CEMENTO

B.8



- MODELO REPRODUCIDO

B.S.E.

TEORIA DE LOS PLANOS PARALELOS

En el Boletín anterior se presentó un artículo con este mismo título, que contenía ciertas erratas. Algunos lectores nos han pedido aclaraciones al mismo, por lo que se repite en este número, ampliado con algunas explicaciones suplementarias incluidas en el texto y corregido de los erratas advertidas.

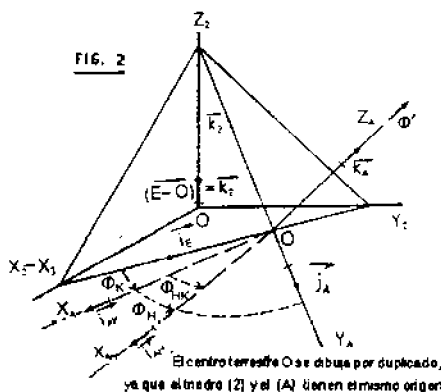
Sean dos puntos geográficos H y K donde se sitúan dos planos, definidos cada uno por su versor correspondiente. (Fig. 1)

$$[1] \quad (\vec{A}-\vec{H})_{3H} = \vec{K}_{AH}$$

$$[2] \quad (\vec{A}-\vec{K})_{3K} = \vec{K}_{AK}$$

Si los planos son paralelos sus versores son coincidentes en cualquier triedro. Luego

$$(\vec{A}-\vec{H})_{3H} = (\vec{A}-\vec{K})_{3K} = \vec{K}_{AH} = \vec{K}_{AK} = (\vec{A}-\vec{O})_{2H} = (\vec{A}-\vec{O})_{2K}$$



siendo el triedro (2) definido por: Eje OZ_2 , el eje terrestre y el plano ecuatorial que es base de los ejes OX y OY . (X_{2H} O es la proyección del eje X_{AH} y X_{2K} O la del eje X_{AK})

y el (3) viene definido en la fig. 2

Dado que las fórmulas de paso del triedro (A) al (2) vienen dadas por:

$$[3] \quad \begin{aligned} \vec{i}_A &= \vec{i}_2 m + \vec{j}_2 n + \vec{k}_2 h \\ \vec{j}_A &= \vec{i}_2 n - \vec{j}_2 b + \vec{k}_2 j \\ \vec{k}_A &= \vec{i}_2 d - \vec{j}_2 c + \vec{k}_2 f \end{aligned}$$

Y las del (2_H) al (2_K) por (4). Fig 1

$$[4] \quad \begin{aligned} \vec{i}_{2K} &= \vec{i}_{2H} \cos \varphi_{HK} - \vec{j}_{2H} \sin \varphi_{HK} \\ \vec{j}_{2K} &= \vec{i}_{2H} \sin \varphi_{HK} + \vec{j}_{2H} \cos \varphi_{HK} \end{aligned}$$

La igualdad (1) = (2) queda:

$$i_{2H} d_H - j_{2H} c_H + k_{2H} f_H = i_{2K} d_K - j_{2K} c_K + k_{2K} f_K$$

de donde resulta, igualando componentes:

$$[5.1] \quad \begin{cases} c_H = d_K \sin \varphi_{HK} + c_K \cos \varphi_{HK} \\ d_H = d_K \cos \varphi_{HK} - c_K \sin \varphi_{HK} \\ f_H = f_K \end{cases}$$

$$[5.2] \quad \begin{cases} c_K = d_H \sin \varphi_{HK} + c_H \cos \varphi_{HK} \\ d_K = d_H \cos \varphi_{HK} - c_H \sin \varphi_{HK} \\ f_K = f_H \end{cases}$$

$$[5.3] \quad \begin{cases} c_H = d_K \sin \varphi_{HK} + c_K \cos \varphi_{HK} \\ d_H = d_K \cos \varphi_{HK} - c_K \sin \varphi_{HK} \\ f_H = f_K \end{cases}$$

$$[5.1'] \quad \begin{cases} c_K = d_H \sin \varphi_{HK} + c_H \cos \varphi_{HK} \\ d_K = d_H \cos \varphi_{HK} - c_H \sin \varphi_{HK} \\ f_K = f_H \end{cases}$$

$$[5.2'] \quad \begin{cases} c_K = d_H \sin \varphi_{HK} + c_H \cos \varphi_{HK} \\ d_K = d_H \cos \varphi_{HK} - c_H \sin \varphi_{HK} \\ f_K = f_H \end{cases}$$

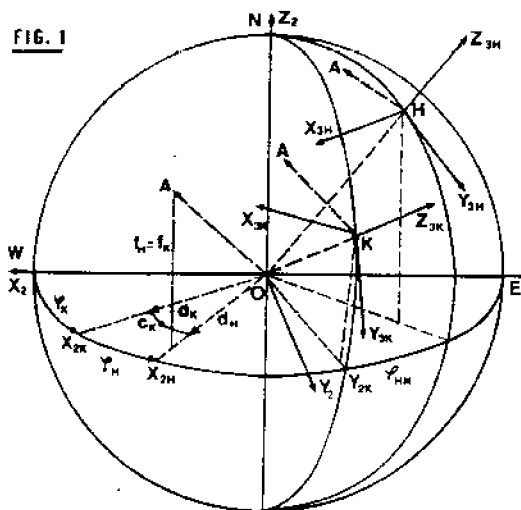
$$[5.3'] \quad \begin{cases} c_K = d_H \sin \varphi_{HK} + c_H \cos \varphi_{HK} \\ d_K = d_H \cos \varphi_{HK} - c_H \sin \varphi_{HK} \\ f_K = f_H \end{cases}$$

Donde [5.4]: $\varphi_{HK} = \lambda_H - \lambda_K = 15 t_H - 15 t_K$

siendo t_H y t_K el tiempo en H y K

Fórmulas que definen la condición necesaria y suficiente para que los planos sean paralelos.

FIG. 1



De estas fórmulas se deduce:

-1) La condición de paralelismo viene definida por los "coef. trigonométricos de posición" c y d y f y el ángulo φ_{HK} , que expresa la diferencia de latitudes de los puntos geométricos donde se sitúan los planos.

-2) Los coef. f son iguales en planos paralelos.

-3) Planos paralelos sobre un mismo meridiano tienen los "c. t. p." c , d y f iguales

Cumpléndose las condiciones indicadas se calculan a continuación los parámetros que definen un plano en el punto geográfico (K), que sea paralelo a otro dado, en el punto (H).

Se resuelven dos posiciones en función de los "c. t. p." c , d , y , f , y el ángulo φ_{HK}

-A) Cálculo en el punto geográfico K (φ_K , λ_K) de los ángulos i_K y γ_K (codeclinación) del plano A_K paralelo al A_H en el p.g. H (φ_H , λ_H)

-A.1) Para el cálculo de la inclinación i_K se sigue el siguiente proceso:

Se multiplica (6.1) por $\cos \varphi_K$, y (6.2) por $\sin \varphi_K$ y restando ambas expresiones se llega a

$$\sin i_K = f_K \sin \varphi_K - c_K \cos \varphi_K \quad [7]$$

que es la fórmula buscada, teniendo en cuenta las relaciones (5) y siendo

$$c = -\sin \varphi \cdot \cos i \cdot \sin \gamma + \cos \varphi \cdot \cos i \cdot \cos \gamma \quad [6.1]$$

$$f = -\cos \varphi \cdot \sin i \cdot \cos \gamma + \sin \varphi \cdot \sin i \cdot \sin \gamma \quad [6.2]$$

-A.2) Para el cálculo de la codeclinación γ_K se multiplica (6.1) por $\sin \varphi_K$ y (6.2) por $\cos \varphi_K$ y sumando se obtiene, teniendo en cuenta (5):

$$[8] \quad \operatorname{tg} \gamma_K = (c_K \cdot \sin \varphi_K + f_K \cdot \cos \varphi_K) / d_K$$

Como caso particular si $\varphi_K=0$, es decir si H y K están en el mismo meridiano

$$[7.1] \quad \sin i_K = f_H \sin \varphi_K - c_H \cos \varphi_K$$

[8.1] $\operatorname{tg} \gamma_K = (c_H \sin \varphi_K + f_H \cos \varphi_K) / d_H$
cambiando respectivamente

$$c_K; d_K; f_K \text{ por } c_H; d_H; f_H$$

-B) Cálculo de las coordenadas ($\varphi_K \lambda_K$) de un punto geográfico K donde el plano A_K paralelo otro situado en el p.g. H ($\varphi_H \lambda_H$) tenga los parámetros i_K y j_K dados.

-B.1) Para el cálculo de φ_K : Del cociente

$$f_K / c_K = (\sin \gamma_K \operatorname{tg} \varphi_K \operatorname{tg} i_K) /$$

$$/ (\sin \gamma_K \operatorname{tg} \varphi_K - \operatorname{tg} i_K)$$

se despeja la incógnita buscada φ_K , teniendo en cuenta los valores (5) y el de φ_K de [10]:

$$[9] \quad \operatorname{tg} \varphi_K = (c \sin \gamma - f \operatorname{tg} i) /$$

$$/ (c \operatorname{tg} i + f \sin \gamma)$$

-B.2) Para el cálculo de la longitud se desarrolla la fórmula (5.2) con $\lambda_h = 0$

$$[10] \quad d_K = d_H \cos \varphi_{HK} + c_H \sin \varphi_{HK} =$$

$$= (d_H + c_H \operatorname{tg} \varphi_{HK}) / \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \varphi_{HK}}$$

y se llega a [10]

$$\operatorname{tg} \lambda_K = [d_H \cdot c_H \pm d_K \cdot \sqrt{(c_H^2 + d_H^2 - d_K^2)}] / (c_H^2 - d_K^2)$$

si el plano A es el horizontal en K se verifica

$$i_K = \gamma_K = \lambda_K / 2$$

y consecuentemente:

$$\begin{cases} d = 0 \\ c = \sqrt{1 - f_H^2} \end{cases}$$

por lo cual la latitud se calcula en la transformada de (9), en -B1)

$$[9.1] \quad \sin \varphi_K = f_H$$

y la longitud mediante la -B.2)

$$[10.1] \quad \operatorname{tg} \lambda_K = d_H / c_H$$

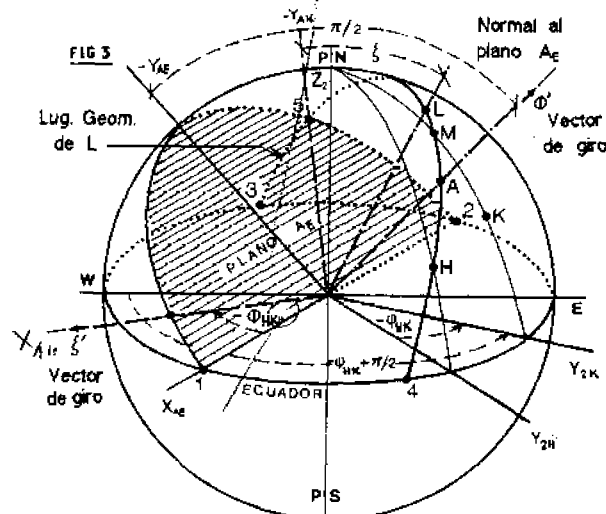
VECTORS DE GIRO Φ

Se sitúa en el eje $Z_A O$ y genera un giro del plano $Z_A=0$. (Figura 2 y figura 3).

El origen se toma en la intersección del plano.

base (A_H) con el plano ecuatorial, estando definidos por sus vectores respectivos:

$$(1) (A-O)_A = K_A \text{ y } (1.1) (E-O) = -i_A h - j_A j + k_A f$$



y la línea buscada tiene como versor, en ejes

$$X_{AH} Y_{AH} O: \quad [11]$$

$$\vec{i}_{EA} = \vec{i}_{AH} [j_{AH} / (1 - f_H^2)] + \vec{j}_{AH} [h_H / (1 - f_H^2)]$$

$$\text{y por tanto:} \quad \operatorname{tg} \Phi_{AH} = -h_H / j_H \quad [12.1]$$

$$\text{y en ejes } X_{AE} Y_{AE} O: \quad \operatorname{tg} \Phi_{AH} = h_H / j_H \quad [12.2]$$

si el ángulo es $\Phi_{HK} = \Phi_H - \Phi_K$ la fórmula (12.1) toma como expresión:

$$\operatorname{tg} \Phi_{HK} = (h_H j_K - h_K j_H) / (h_H h_K + j_H j_K) \quad [12.3]$$

Con esta definición ya se puede iniciar el problema de los planos paralelos. Se trata de calcular el "Vector Horario" (o el reloj) definido en un plano (A_K) situado en un punto geográfico K, en otro paralelo sito en el punto geográfico H y en función de:

-a) Los "coeficientes trigonométricos de posición" (c.t.p.) de uno u otro plano,

-b) Los ángulos φ_{HK} ó Φ_{HK} (ó ambos).

Se resuelven los tres casos siguientes:

1º en función de:

-a1) Los (c.t.p.) del plano (A_H)

-b) El ángulo φ_{HK}

dado que el "Vector Horario" de (A_H) vale:

$$\vec{i}_A \cdot [(a_H \sin(15t_H + 90) + b_H \cos(15t_H + 90)) /$$

$$/ [c_H \sin(15t_H + 90) + d_H \cos(15t_H + 90) -$$

$$- f_H \operatorname{tg} \delta] + j_A \cdot [(m_H \sin(15t_H + 90) +$$

$$+ n_H \cos(15t_H + 90)) / [(c_H \sin(15t_H + 90) +$$

$$+ d_H \cos(15t_H + 90) - f_H \operatorname{tg} \delta]] \quad (13)$$

desarrollando (13) con el valor de $15t_K$ despejada de (5.1) se llega a:

$$\begin{cases} a_1 = a_H \cdot \cos \varphi_{HK} - b_H \cdot \sin \varphi_{HK} \\ b_1 = b_H \cdot \cos \varphi_{HK} + a_H \cdot \sin \varphi_{HK} \\ m_1 = m_H \cdot \cos \varphi_{HK} - n_H \cdot \sin \varphi_{HK} \\ n_1 = n_H \cdot \cos \varphi_{HK} + m_H \cdot \sin \varphi_{HK} \\ c_1 = c_H \cdot \cos \varphi_{HK} - d_H \cdot \sin \varphi_{HK} \\ d_1 = d_H \cdot \cos \varphi_{HK} + c_H \cdot \sin \varphi_{HK} \\ f_1 = f_H \end{cases}$$

que resuelven el problema del reloj con hora de K en un plano situado en el p.o. H y los c.t.p. de este último plano.

Ahora bien, este "V.H." corresponde también a un plano $(A)_M$ situado en un punto M que está en la meridiana de K y es paralelo a los $(A)_H$ y $(A)_K$ por cumplir con la fórmula (5). Más adelante se proseguirá con el estudio de este plano.

2º En función de:

-a₂) Los (c.t.p.) del plano $(A)_K$

-b₂) El ángulo Φ_{HK}

El "Vector Horario" en K es el $(P_K - K)_K$ que es siempre igual a sí mismo en cualquier sistema de ejes. En este caso, sobre el plano $(A)_H$ gira el ángulo Φ_{HK} y el vector toma la forma:

$$(P_H - H)_{KH} = (P_K - K)_K + \text{giro, o sea:}$$

1º) Giro del plano $(A)_K$ el ángulo Φ_{HK}

2º) Mediante las fórmulas de paso de un triedro a otro en función de Φ_{HK} y de los "c.t.p." del plano $(A)_K$ se hallan los "c.t.p." buscados.

(fórmulas 4 cambiando φ_{HK} por Φ_H figura 2)

$$\begin{aligned} [14.2] \quad & \begin{cases} a_2 = a_K \cdot \cos \varphi_{HK} + m_K \cdot \sin \varphi_{HK} \\ b_2 = b_K \cdot \cos \varphi_{HK} + n_K \cdot \sin \varphi_{HK} \\ m_2 = m_K \cdot \cos \varphi_{HK} - a_K \cdot \sin \varphi_{HK} \\ n_2 = n_K \cdot \cos \varphi_{HK} + m_K \cdot \sin \varphi_{HK} \\ c_2 = c_K \\ d_2 = d_K \\ f_{12} = f_K \end{cases} \end{aligned}$$

Es decir, el reloj del plano $(A)_K$ pasa a otro plano paralelo en un lugar geográfico H mediante un giro del plano $(A)_K$ sobre el $(A)_H$.

Como en el caso anterior, estos "c.t.p." también pertenecen al plano $(A)_M$

Ahora bien, dado que tanto el "V.H." (definido en el punto 1º y en el 2º) es el mismo, solo que con distintos coeficientes, se pueden igualar los "c.t.p.":

$$[14] \quad a_1 = a_2; b_1 = b_2; c_1 = c_2; d_1 = d_2; f_1 = f_2$$

lográndose con ello relacionar entre si los "c.t.p." del plano $(A)_H$, los del plano $(A)_K$ y los ángulos φ_{HK} y Φ_{HK} .

3º Se resuelve el problema con los datos:

-a.3) Los (c.t.p.) de los planos $(A)_H$ y $(A)_K$

-b.3) El ángulo φ_{KL} y Φ_{LK}

siendo $(A)_L$ un plano auxiliar paralelo a los anteriores situado en un punto geográfico L , y que sea el horizontal.

Se sigue el proceso dado a continuación:

-a.3) Cálculo de las coordenadas del punto L . Siguiendo las fórmulas (9.1) y (10.1) se tiene:

$$\rightarrow \begin{cases} \text{Latitud} & \sin \varphi_L = f_K \\ \text{Longitud} & \tan \varphi_{KL} = -d_K / c_K \end{cases} \quad [15]$$

y siendo los valores de la codeclinación $\gamma_2 = \pi/2$ e inclinación $i_2 = \pi/2$, los "c.t.p." del plano $(A)_L$ son:

$$\begin{cases} a_2 = 0 & m_2 = 1 & c_L = -\sqrt{(1-f_H^2)} \\ b_2 = -f_L = -f_K & n_2 = 0 & d_L = 0 \\ & & f_L = f_K \end{cases} \quad [16]$$

y el ángulo horario $15 t_K + \varphi_{LK} = \varphi_H$ [17]

b.3) Calculando los "c.t.p." del plano $(A)_H$ en función de los correspondientes al plano $(A)_L$ y el ángulo Φ_{LM} queda como resultado:

$$\begin{cases} a_H = a_L \cdot \cos \Phi_{HL} + m_L \cdot \sin \Phi_{HL} = h_H / \sqrt{(1-f_H^2)} \\ b_H = (f_K \cdot j_H) / \sqrt{(1-f_K^2)} \\ m_H = j_H / \sqrt{(1-f_K^2)} \\ n_H = (f_K \cdot h_H) / \sqrt{(1-f_K^2)} \\ c_H = -\sqrt{(1-f_K^2)} \\ d_H = 0 \\ f_H = f_L = f_K \end{cases} \quad [18]$$

con el ángulo horario $15 t_K + \varphi_{LK} = \varphi_H$ [19]

EJEMPLO

Cálculo del ángulo φ_{HK} conociendo los "c.t.p." de dos planos paralelos $(A)_K$ y $(A)_H$, este último horizontal en H , y el ángulo Φ_{HK} .

Sean los "c.t.p." los correspondientes a las fórmulas (16). Aplicando (14) $m_1 = m_2$ y $n_1 = n_2$ se llega a

$$\begin{aligned} \cos \varphi_{HK} &= (m_K j_K + a_K h_K) / \sqrt{(1-f_K^2)} = -d_K / \sqrt{(1-f_K^2)} \\ \sin \varphi_{HK} &= (m_K j_K + b_K h_K) / \sqrt{(1-f_K^2)} = -c_K / \sqrt{(1-f_K^2)} \\ \tan \varphi_{HK} &= d_K / c_K \end{aligned}$$

que es precisamente la fórmula (10.1)

A. DE VICENTE

LAS NOTICIAS Y COMENTARIOS QUE SE PUBLICAN EN ESTA SECCION SE TRANSCRIBEN BAJO LA EXCLUSIVA RESPONSABILIDAD DE SUS COMUNICANTES O COMENTARISTAS. EN NINGUN CASO LA ASOCIACION SE HACE RESPONSABLE DE SU EXACTITUD O CONTENIDO

NOTAS Y COMENTARIOS

1. CAMBIO DE DIRECCION

Nos comunica el Tesorero que el Banco donde la Asociación guarda sus Tesoros (Léase cuenta corriente, y bastante anémica) ha cambiado su dirección postal. La dirección actual de nuestra cuenta corriente es la siguiente:

BANCO CENTRAL HISPANO
SUCURSAL DE STA. ENGRACIA 47. 28010-MADRID
ASOCIACION DE AMIGOS DE LOS RELOJES DE SOL
C/C 10.033.607-1.

2. TEMAS A DEBATIR

Un número creciente de nuestros asociados nos indican que el Boletín no debería limitarse exclusivamente a temas referentes a la Gnomónica, sino que podría dar cabida a la reseña e información de otras actividades o investigaciones relacionadas con la medida del tiempo y con instrumentos antiguos, matemáticos y de astronomía.

Sometemos a debate estas propuestas, aunque podemos anticipar que ya fueron consideradas en su día por la Junta Directiva, que llegó a las siguientes conclusiones:

a) Las actividades de los coleccionistas de relojes mecánicos están realmente muy profesionalizadas, manejando considerables recursos económicos, y ya cuenta con sus propias asociaciones, generalmente conectadas con la anticuaria.

b) Asimismo ocurre con los antiguos aparatos e instrumentos científicos, tema muy complejo y que en su casi totalidad está en manos de museos e investigadores o anticuarios especializados en estos artefactos.

c) Queda, sin embargo, la posibilidad de dar cabida a la investigación sobre otros instrumentos o aparatos medidores de tiempo, por ejemplo: relojes de arena, clepsidras o relojes de fuego, en sus aspectos técnicos o históricos.

Como siempre, nuestros asociados tienen la palabra. Esperamos sus comentarios y opinión.

3. ADQUISICION DE LIBROS

En este mismo "Analema" se reseña el libro denominado "*Les Cadrons Solaires de Paris*" del que son autores Andrée Gotteland y George Camus.

Dado su interés, la Asociación ha pedido a la Editorial algunos ejemplares, que ya nos han sido remitidos, y ponemos a disposición de nuestros Asociados, quienes podrán adquirirlos al precio de 3.100 pesetas, más eventuales gastos de envío.

4. REPERTORIOS DE RELOJES SOLARES

Nos satisface comprobar el creciente interés despertado en nuestro País por los temas referentes a Relojes de Sol.

Buena prueba de ello lo constituyen los numerosos tratados de gnomónica o repertorios de relojes solares recientemente publicados.

Como ejemplo reseñamos los siguientes:

a). Relojes de Piedra en Galicia.	305
c). Relojes de Sol de Bizkaia	78
d). <i>Ells Relotges de Sol</i> (Girona)	540
e). Relojes de Sol en La Rioja	140
f). Relojes de Sol en Mallorca	568

Total, relojes censados y publicados ... 1631

Asimismo tenemos noticias de que están en preparación otros repertorios de las comunidades de Castilla y León, Valencia, etc. que serán dados a conocer cuando se encuentre el apoyo financiero necesario para su publicación.

Los 1631 relojes censados constituyen del 75 al 85 por ciento de los que realmente existen en estas regiones. Si hacemos una prudente extrapolación, podemos estimar que el número total de relojes "censables" que existen en España es superior a 6.000 ejemplares.

5. RELOJES SOLARES EN EL MUSEO DEL LOUVRE

En el número anterior de "Analema" se indicaba bajo el título *De Museística* la existencia y ubicación de algunas importantes colecciones de relojes solares.

N. Marquet nos llama la atención sobre la omisión del Museo del Louvre, donde también existe un importante fondo de instrumentos y relojes solares, que detallamos a continuación:

-Sala de Nicolas. Landau: 52 relojes solares de bolsillo y sobremesa y numerosos instrumentos de matemáticas y agrimensura.

-Sala de antigüedades egipcias: 4 relojes fechados desde -1500 al 350.

-Además existen 6 scaphes romanos que están conservados en las Reservas del Museo.

Como es natural, en casi todos los grandes Museos, y no solamente en el Louvre, también existen ejemplares de relojes solares de diversas épocas. En la omitente nota anterior "*De Museística*" nos referíamos a los museos o colecciones que parcial o totalmente están especializados en las artes de la relojería solar o instrumentos mecánicos.

LAS NOTICIAS Y COMENTARIOS QUE SE PUBLICAN EN ESTA SECCION SE TRANSCRIBEN BAJO LA EXCLUSIVA RESPONSABILIDAD DE SUS COMUNICANTES O COMENTARISTAS. EN NINGUN CASO LA ASOCIACION SE HACE RESPONSABLE DE SU EXACTITUD O CONTENIDO

NOTAS Y COMENTARIOS

6. SOBRE LA PALABRA "CUADRANTE"

Las denominaciones "reloj de Sol y "cuadrante" se suelen emplear indistintamente. De hecho se utilizan en la actualidad como sinónimos que se refieren al mismo dispositivo.

Sin embargo algunos gnomo-puristas estiman que la palabra "cuadrante", que históricamente significaba "cuarto de círculo", debe reservarse exclusivamente para los relojes (usualmente portátiles y de altura solar), derivados de los antiguos cuadrantes astronómicos, que utilizan precisamente esta división de la circunferencia.

Ciertamente, en los antiguos tratados españoles de Gnomónica no se utiliza la palabra cuadrante para referirse a los relojes de sol fijos, por lo menos hasta el siglo XVIII. Es posible que este término se haya introducido con la traducción de tratados de gnomónica franceses, a partir del año 1700, excepto en Cataluña, donde, creemos, se empleaban con anterioridad las expresiones "quadrant" y "quadranter", esta última aplicada a quienes se dedicaban a construir relojes solares.

Planteamos este tema a nuestros lectores, en los siguientes términos:

- ¿ Es correcto el uso de "cuadrante" para designar cualquier tipo de reloj solar ?
- ¿ Cual es el primer texto en castellano donde aparece este vocablo, referido a un reloj de sol horizontal o vertical ?
- ¿ Que término equivalente, menos genérico que "reloj de sol", puede proponerse para sustituirlo ?

Esperamos, dada la comprobada y abrumadora erudición de nuestros asociados y lectores, un verdadero aluvión de respuestas, que en su conjunto pueda constituir un breve tratado de filología gnomonística comparada.

7. MAS RELOJES (¿ O CUADRANTES ?)

Insertamos a continuación una nueva relación de localidades donde ha sido comprobada la existencia de algún reloj solar, esta vez corresponde a la provincia de Burgos

Nos ha sido entregada por F. Esteban Esteban, infatigable investigador-volante y miembro de nuestra Asociación, de quien ya en el número anterior del Boletín publicamos su relación nominal de algunos lugares de la Provincia de Guadalajara

donde existen ejemplares de relojes solares, y al que agradecemos de nuevo sus siempre valiosas aportaciones. He aquí la relación :

RELOJES SOLARES EN LA PROVINCIA DE BURGOS:

Aranda de Duero (3)	San Juan del Monte
Covarrubias	San Juan de Ortega
Castro de Peones	San Pedro de Cardena
Cubo de Bureba	Sta. M ^a de Ribarredonda
Fuentespina (2)	Santibañez del Val *
La Puebla de Arganzón	Sto Domingo de Silos *
Lerma	Villadelmiro
Miranda de Ebro	Villafranca
Peñaranda de Duero	Villalmanzano
Quintanilla de las Viñas*	Zazuar

La marca * significa que existe por lo menos un reloj solar del tipo canónico, (reloj de Misa).

Agradeceríamos a quien sepa de la existencia de más relojes en esta Provincia que nos comunique su localización y características, con objeto de mejorar y completar este repertorio.

8.- NOTA SOBRE EL PROXIMO BOLETIN

A partir del Boletín 8 intentaremos recuperar el retraso (un cuatrimestre) con el que aparecen las sucesivas ediciones de "Analema", para lo cual rogamos que los artículos, notas y correspondencia sobre los mismos nos sean enviados con la mayor antelación posible y que, a ser posible, el material gráfico o las figuras que acompañen al texto vengan ya preparadas para su edición, sin que sea necesario un nuevo dibujo de las mismas.

Recordamos también que el texto debe ser escrito a máquina, con una extensión no superior a cinco folios A4, excepto casos excepcionales, y que en él debe figurar explícitamente los lugares donde han de ser insertadas las ilustraciones y figuras.

Usualmente las figuras son reducidas al 71 % del tamaño original, para su publicación, pero es posible utilizar otra relación de reducción.

Si se desea incluir alguna fotografía es preferible que sea en blanco y negro, aunque con la técnica de fotocopias actualmente utilizada para la confección del Boletín no se conseguirá una reproducción plenamente satisfactoria

Finalmente: Sería muy deseable que en los artículos de índole predominantemente matemática se utilizase una notación uniforme, por lo menos en los términos y símbolos más usuales. Invitamos a los autores a reflexionar sobre este tema.

RESUMEN DE LOS ARTICULOS PUBLICADOS EN ESTE BOLETIN

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

2/4.- Los relojes solares de las misiones jesuíticas del Paraguay

J. L. MARIN BALDA

Un interesante estudio, continuación en cierto modo de otro anterior aparecido en el N° 5 de nuestro Boletín, en el que establece, y creemos que demuestra, la hipótesis de que todos los poblados de las Misiones o Reducciones de la Provincia Jesuítica del Paraguay estaban dotados de relojes solares.

5/7 - Aplicaciones de la Afinidad Geométrica al trazado de Rectas Horarias

M. LOMBARDO

En este artículo se explica brevemente los principios que rigen la proyección paralela de una figura plana sobre otro plano, estableciendo que el resultado es una transformación geométrica llamada "afinidad". Aplica estos principios a la determinación de las rectas horarias de los casos más usuales: reloj horizontal y vertical, círculo graduado, reloj bifilar, etc., partiendo directamente del ecuatorial.

8/8

Un intrigante reloj

L. HIDALGO

El autor nos presenta por medio de una historieta, algo inverosímil, un reloj realmente poco usual: Un Foster-Lambert vertical, provisto de un círculo móvil y escala graduada por medio de la cual es posible tener en cuenta la variación horaria por longitud y la corrección debida a la Ecuación del Tiempo

9/12

¿ A qué hora rezaban nuestros monjes ?

B. MILENIO (?)

Los monjes medievales utilizaban probablemente dos sistemas de medida del tiempo para determinar las Horas de Oración o Canónicas: Horas desiguales, corregidas, para la mañana y horas uniformes durante la noche. Las primeras se fijaban por un peculiar sistema de relojes solares (los relojes de misa o canónicos) y las segundas mediante clepsidras y velas o lámparas graduadas.

13/15

El Reloj Romano de Segóbriga

M. M. VALDES

En las excavaciones efectuadas en la ciudad romana de Segóbriga ($\varphi = 39,89^\circ \text{ N}$; $\lambda = 2,81^\circ \text{ W}$) se encontró un reloj solar del tipo "scaphe", que actualmente se conserva en el Museo Provincial de Cuenca. El autor examina este hallazgo, nos da sus dimensiones, aciertos y defectos de trazado y llega a la conclusión de que, aunque no es posible su datación exacta, se trata de un ejemplar de época tardía.

16/16

Reseñas de Publicaciones

REDACCION

Se reseña un bello libro de gnomónica "*LES QUADRANS SOLAIRES DE PARIS*" del que son autores Andrée Gotteland y Georges Camus, ilustrado con más de 250 dibujos de relojes solares y varias fotografías en color. Recoge 109 cuadrantes solares y meridianas, todos ellos en la Villa de París.

17/17

Literatura y Gnomónica

Atención. Léase con precaución este artículo, pues está subtítulo: " Solo para mayores de 70 años"

18

Taller

B. SOTERAS

Bajo este epígrafe se presenta gráficamente unas instrucciones claras y sencillas para obtener moldes o vaciados de escayola de ejemplares de relojes solares, y en general de objetos en relieve

19/22

Teoría de los planos paralelos . II

A. DE VICENTE

Segunda parte del artículo expuesto, con este mismo título, en el anterior número del Boletín (n°6)

22/23

Notas y Comentarios

Nuestra habitual sección, donde se insertan las notas de la Asociación y comentarios de los lectores

ABSTRACTS

2 SUNDIALS AT THE JESUITIC MISSIONS OF PARAGUAY

This article is connected with a related paper published in "Analema 5" about a sundial at the San Cosme Jesuitic Mission. The author, J.L. Marin, states that not only that Mission but all of the thirty known Missions were provided by such dials. A curious document shows the money paid (36 portuguese gold coins) of two English "martirones" mechanical watches. They were bought in Lisbonne for an Astronomical Observatory set by Father Buenaventura Suárez, who was a native Argentine missionary at S. Cosme and a reputed astronomer. (By the way, who was that famous clockmaker, Mr. Martiron ?)

5 HOURS-LINES DESIGN USING "GEOMETRIC AFFINITY"

A systematic application of the "affinity transformation" is applied to the ecuatorial dial in order to design hours lines in either vertical, horizontal and others sundials. The system and the parameters found for the declining vertical case are somewhat original, in the light of existing literature.

8 AN INTRIGUING SUN DIAL

We guess at the fiction in this story about a sundial set at the cottage of one of the author's friends cottage. It is a rather rare Foster vertical dial, not so intriguing really, but provided with some devices to regulate the Time-Equation.

WHEN DID THE MONKS PRAY ?

B. Milenio (a pen name of one or perhaps two Society members, I confide you) writes an essay on the Monks "praying hours" in the early centuries.. He concludes that they used two different systems to reckon the time: klepsidres and graduated candles by night, and canonic or Mass dials during the day.

13 THE ROMAN SUNDIAL OF SEGOBRIGA

In The "Museo Provincial" at Cuenca there is a sundial found in 1978 at the archaeological excavation of Segórbiga, a late Roman city ($\phi=39,89^\circ \text{ N}$ $\lambda=2,81^\circ \text{ W}$). It turns out to be a "scaphe" or partially hollowed hemisphere. M.M. Valdés obtains some conclusions from both its dimensions and design of its hour-lines. However those characteristics are not enough for a proper datation..

16 BOOK REVIEWS: "CADRANS SOLAIRES DE PARIS"

This is an outstanding book about the hundred sundials existing in the Ville de Paris. Very well written and illustrated with more than 250 drawings and pictures. Its authors: Andrée Gottland and George Camus, both eminent members of the Société Astronomique de France. It is our pleasure to report of this kind of books. In short, we say... "le book": c' est magnifique !

17 GNOMONICS AND LITERATURE

Sundials can be found everywhere, even in a detective story. This is the case of "The Tale of Mr. Thorndyke" (A literal translation from the Spanish title "El cuento de Mr. Thorndyke" published in Spain in 1940) Its author is J. Austin Freeman an English writer of mystery stories.

18 WORKSHOP

Under this heading we find some graphical guidelines in order to obtain plaster moulds and models from dials and other raised pattern plates. Have fun,... and a good plaster setting !

20 PARALLEL PLAN THEORY

A. De Vicente keeps on with this intricate theory (at least for us, the not too mathematics-learned persons, like myself). This is a corrected remake of the article published in "Analema 6".

22 NOTES AND REMARKS

As we always said: this is a gossip section. In this Bulletin: -1. Postal address change of our Bank account. -2. Discussion item. -3. Sundials in the Louvre Museum. -4. Some recently published sundial catalogues of Spanish sundials. -6. On the word "Cuadrante". -7. More Sundials (Burgos Province).

